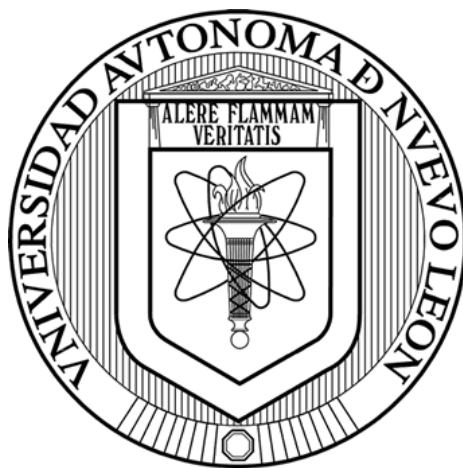


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ARQUITECTURA



**“ANÁLISIS DE LOS EFECTOS INDIRECTOS E INTANGIBLES
ASOCIADOS A RIESGOS POR INUNDACIÓN EN LA CIUDAD
DE MONTERREY, MÉXICO”**

Por

M.I. DANIEL SALAS LIMÓN

**Como requisito parcial para obtener el grado de
DOCTOR EN FILOSOFÍA con Orientación en Arquitectura y
Asuntos Urbanos**

DIRECTOR DE TESIS

DR. DIEGO SÁNCHEZ GONZÁLEZ

SEPTIEMBRE 2015

Agradecimientos

Agradezco el apoyo recibido para llevar a cabo mis estudios de Doctorado: Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo económico como becario durante el desarrollo de los créditos, así como, para elaboración de la investigación vinculada al proyecto: CB 2009 01, No. Proyecto: 000000000133686.

A todo el personal docente y administrativo del programa Doctoral de la Facultad de Arquitectura, en especial al comité doctoral formado por:

Dr. Diego Sánchez González. (FA-UANL).
Dr. Jesús Antonio Treviño Cantú. (FA-UANL).
Dr. Eduardo Sousa González. (FA-UANL).
Dr. Aldo Iván Ramírez Orozco. (CAALCA-ITESM)
Dr. Carlos Charles Cruz. (FIC-UANL).
Dr. Benjamín Limón Rodríguez, (FIC-UANL).

Especialmente al asesor de tesis Dr. Diego Sánchez González y mi tutor el Dr. Jesús Antonio Treviño Cantú, ya que, sus conocimientos, orientación, persistencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador.

A las Autoridades de la Universidad Autónoma de Nuevo León, al Dr. Pedro Leobardo Valdés Tamez, Director de la Facultad de Ingeniería Civil, al M.C. Francisco Fabela Bernal Director de la Facultad de Arquitectura.

A todos mis compañeros del doctorado por el apoyo y conocimientos que compartimos en este periodo.

Dedicatoria

A mis Padres: Luis y Josefina

A mi amada esposa: Mayran

A mis hijos: Valeria, Mónica, Daniel y Ángeles.

Resumen

La investigación aporta nuevas metodologías para la detección y evaluación daños indirectos e intangibles post-inundación en zona urbanas. El caso en estudio es la cuenca del arroyo Topo Chico ubicada al poniente del Área Metropolitana de Monterrey, México. Se inicia con el argumento teórico de las diferentes perspectivas en relación los daños post-inundación, posteriormente, en el desarrollo de la metodología se analizan los datos agregados por colonia y por vivienda encuestada. Para tales perspectivas como son: pobreza y marginación, género, edad, arraigo, riesgo, salud, daños directos e indirectos, vivienda, prevención, percepción, resiliencia y mitigación, se detecta un alto valor de daños indirectos intangibles en la zona en estudio. Posterior a una correlación de variables, se aplicó un análisis de factores y de componentes principales con rotación varimax normalizada, en donde resultaron 4 factores que explican el 69.9 % de la varianza total. Tales factores resultaron en relación a las dimensiones de salud física, resiliencia, nivel de educación y salud mental, siendo éstas altamente relacionadas con la posición de diferentes autores sobre los efectos indirectos e intangibles posterior a una inundación.

Se generó un Sistema de Información Geográfica para la agregación de datos biofísicos y sociodemográficos procedentes de una encuesta para 877 casos realizada a la población residente en la zona en estudio, que históricamente han sido afectados por lluvias a cinco años de la tormenta tropical Alex del 2010. Se generó sobre la zona en estudio una representación geoespacial mediante mapas de zonas de daños intangibles y totales. Además, se resalta la subvaloración de daños indirectos e intangibles, tanto por los argumentos establecidos en el marco teórico como por los resultados que arroja esta investigación. Las causas en subestimación detectadas y más relevantes son: El tiempo inmediato de evaluación del daño, que no permite visualizar los efectos indirectos e intangibles; El análisis macroescala en lugar de microescala; El no incluir en los métodos de análisis inclusión de variables del sector salud física y mental; El considerar únicamente la profundidad del agua en los criterios técnicos de evaluación. Estas condiciones aportan en el análisis estadístico nuevas vertientes en los criterios de evaluación de daños indirectos e intangibles y con ello

abonar en la reducción de la incertidumbre en la gestión de daños post-inundación en regiones urbanas de países en desarrollo.

Abstract

This research shows new methods for detection and assessment of indirect and intangible post-flood damages in urban zones, focusing specifically on the western zone of the Monterrey Metropolitan Area in Monterrey, Mexico. Starting with the theoretical justification of the different perspectives related to flood analyses, and going further into the development of the methodology for analyzing data for each case and the respective estate involved. This methodology was implemented for perspectives such as: Poverty, social margination, gender, age, rooting, direct and indirect damages, housing, prevention, risk perception, ability for recovery and mitigation. From the results, a high level of indirect intangible damages were identified in the área of study. Once a variable correlation was performed, an analysis of main factors and components with a normalized varimax rotation was implemented. This evidenced that 4 factors signify a 69.9% of the total variance. Such factors were related to: physical health; resilience; and education level. All these factors were highly related with the standpoint of researchers who have performed similar studies in the past about indirect and intangible post flood damages.

A geographical information system was generated for the inclusión of biophysical and social and demographic data. These data was obtained through a specially designed questionnaire and applied to residents from the zone of study which was affected by the tropical storm “Alex” from the year 2010. Damage level and intangible damage maps were generated. Also, another finding was that a possible contradiction between the results from this study and the oficial governmental data gathered as well as with the opinión of different authors was found. The most relevant variables with the time of damage evaluation, the scale of the analysis and the inclusión of variables from the health sector. By including these variables in the statistical analysis of indirect and intangible damages, it is considered that the uncertainty of the procurement of resources for post damage response could be reduced.

Aportaciones

1. Salas Daniel, Sánchez Diego (2012), ***“Vulnerabilidad Social de las Viviendas ante los Riesgos Sociales y Ambientales en Ciudades en Desarrollo de América Latina”***, Libro, Vulnerabilidad Social. Posicionamientos y ángulos desde geografías diferentes": ISBN: 978-84-338-5392-9, Colección Eirene. Instituto de la Paz y los Conflictos, Universidad de Granada, España, págs. 137-150. Libro arbitrado e indexado (Dialnet, BNE)
2. Sánchez Diego, Salas Daniel (2011), ***“Alteración del Uso de Suelo, Causante del Incremento de Riesgo Hidrometeorológico y su Vulnerabilidad Social”***, Libro, ISBN 978-607-433-688-7, págs. 55-76, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Libro arbitrado e indexado (Dialnet).
3. Sánchez-González, Diego; y Salas Limón, Daniel (2014): ***“Envejecimiento demográfico urbano e incertidumbre ante el cambio climático”***, ["Urban population aging and uncertainty about climate change"], Libro; La ciudad, un constructo social antropogénico, en Sousa, Eduardo; Cadena, Edel; y Palacios, Alfredo. Universidad Autónoma de Nuevo León-Universidad Autónoma del Estado de México-Universidad del Bío-Bío, pp. 333-352. ISBN (13): 978-607-27-0288-2. Libro arbitrado.
4. Salas Daniel, Sánchez Diego, Charles Carlos, González Justino, Salas Luis, (2012), ***“Análisis Geoespacial de Daños por Remoción de Masa Asociados a Eventos Hidrometeorológicos”***, XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica, San José, Costa Rica. Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos- IAHR-CIC, 9 pp. ISBN: 978-9968-933-06-3. (CD-ROM). Libro arbitrado.
5. Salas Daniel, Limón Benjamín, Garza Ricardo (2012), ***“Análisis de Daños por Inundación en Zonas Urbanas, con Alto Grado de Marginación”***, XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica, San José, Costa Rica. Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos- IAHR-CIC, 9 pp. ISBN: 978-9968-933-06-3. (CD-ROM). Libro arbitrado.

Tabla de Contenido

Agradecimientos	VI
Dedicatoria	VII
Resumen	VIII
Abstract	X
Aportaciones	XI
Tabla de Contenido	XII
Lista de Figuras	XV
Lista de Tablas	XVIII
1. Introducción	1
2. Objetivos e Hipótesis	6
2.1. Objetivo General	6
2.2. Objetivos Particulares	6
2.3. Hipótesis.....	7
3. Marco teórico	9
3.1. Antecedentes	9
3.2. Desastres “Naturales”.....	10
3.3. Inundación.....	12
3.3.1. Causales y Tipos de inundación	13
3.3.2. Cambio climático e inundaciones.....	16
3.4. Desastres por inundación	18
3.5. Características de la inundación	20
3.5.1. Precipitación.....	20
3.5.2. Respuesta de la cuenca.....	21
3.5.3. Lluvia-escurrimiento	22
3.5.4. Modelos hidráulicos	22
3.6. Riesgo.....	23
3.6.1. Definiciones	23
3.6.2. Indicadores de riesgo.....	26
3.6.3. Indicadores de susceptibilidad.....	26
3.6.4. Resiliencia	28
3.6.5. Mapas de riesgo.....	29
3.6.6. Teorías para cálculo de riesgo	30
3.6.6.1. Teorías cuantitativas.....	30
3.6.6.2. Teorías cualitativas.....	31
3.7. Vulnerabilidad.....	33
3.7.1. Conceptos	33
3.7.2. Relación entre el daño de la inundación y la vulnerabilidad.....	35
3.8. Evaluación Socioeconómica del Desastre	36
3.8.1. Experiencias y justificación.....	36
3.8.2. Estado del arte de los estudios socioeconómicos	38

3.8.3.	Deficiencias del estado del arte actual para la estimación de daños	40
3.9.	Evaluación de daños.....	43
3.9.1.	Definición de daños.....	43
3.9.2.	Vinculación desastre-vulnerabilidad-daño	44
3.9.3.	Análisis y clasificación de daños.....	45
3.9.4.	Cálculo y evaluación de daños	49
3.10.	La vivienda.....	54
4.	Metodología	58
4.1	Métodos cuantitativos	60
4.1.1.	Geoformología	60
4.1.2.	Análisis Lluvia-escurrimiento	60
4.1.3.	Modelación hidráulica.....	64
4.1.4.	Estimación de manchas de planicies de inundación.....	65
4.2.	Métodos cualitativos	66
4.2.1.	Sociodemografía.....	67
4.2.2.	Diseño de encuesta	68
4.2.3.	Trabajo de campo	71
4.2.4.	Análisis estadístico	72
4.3.	Enlace de Métodos cualitativo-cuantitativo	74
4.3.1.	Sistemas de información geográfica.....	74
4.3.2.	Interdisciplinariedad de metodología utilizada	75
5.	Exposición.....	78
5.1.	Marco físico	78
5.1.1.	Localización	78
5.1.2.	Geología	79
5.1.3.	Fisiografía.....	81
5.1.4.	Estructural	83
5.1.5.	Edafología	84
5.1.6.	Hidrología.....	86
5.2.	Evolución la mancha urbana	87
5.3.	Marco social	89
5.3.1.	Características sociodemográficas	89
5.3.2.	Rasgos de pobreza y marginación	90
6.	Peligrosidad.....	93
6.1.	Climatología.....	94
6.2.	Peligrosidad por precipitación.....	95
6.2.1.	Distribución de la precipitación en el Noreste de México	96
6.2.2.	Precipitaciones extremas en el AMM	99
6.3.	Peligrosidad por escurrimientos	104
6.3.1.	Escurrimientos superficiales AMM.....	104
6.3.2.	Escurrimientos superficiales del Arroyo Topo Chico	105
6.3.3.	Evolución de la peligrosidad	107

6.3.4. Recurrencia de la peligrosidad	108
7. Daños por Inundación	111
7.1. Tipología de daños	112
7.1.1. Daños Tangibles.....	113
7.1.2. Daños Intangibles.....	114
7.1.3. El tiempo en la evaluación de daños	117
7.2. Criterios de evaluación de daños.....	118
7.3. Incertidumbre en la estimación del daño.....	122
7.4. Daños por inundación en México.....	124
7.5. Daños por inundación en el AMM	126
8. Resultados	128
8.1. Estimación de daños.....	128
8.2. Análisis Factorial	132
8.3 Regresión entre factores	139
8. Discusión.....	141
9. Conclusiones	155
10. Bibliografía	162
11. Anexos.....	187
12.1. Anexo1.	187
12.2. Anexo 2	197
12.3. Anexo 3.....	199

Lista de Figuras

Fig. 3.1. Reporte de desastres ocurridos en el mundo 1900- 2010, indicando personas muertas y afectadas. Fuente Base de datos de desastres internacionales, Universidad Católica de Louvain, Bruselas, Bélgica.

Fig. 4.1. Ubicación de Estaciones meteorológicas ubicadas en un radio de 30 Km. Fuente Propia a partir del Google Earth y con base a información del Servicio Meteorológico Nacional.

Fig. 4.2. Curvas Intensidad-Duración-Períodos de retorno para la zona en estudio, Fuente: propia realizada a partir de datos Climáticos de la Estación Monterrey.

Fig. 4.3 Menú principal de Software Hec Ras Ver. 4.0. Fuente: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

Fig. 4.4. Ventanas con varias funciones de HEC-RAS. Fuente: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

Fig. 4.5. Zona de estudio para Pretest, en microcuenca del arroyo el obispo, al poniente del Área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia.

Fig. 4.6. Portada de encuesta aplicada a la zona en estudio. Fuente propia.

Fig. 4.7. Plano de zona en estudio ubicando los puntos encuestados. Fuente propia.

Fig. 4.8. Esquema de capas que se representan en el SIG por generar.

Fig. 4.9. Representación gráfica de elementos y dimensiones del riesgo ante inundaciones que se abordan en este estudio. Fuente propia.

Fig. 5.1. Municipios del área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia.

Fig. 5.2. Mapa geológico en su situación actual. Fuente propia, elaborado a partir del Atlas 2010.

Fig. 5.3. Relieve y perfiles del Área Metropolitana de Monterrey con curvas a cada 10 m. Fuente propia, con Apoyo del Global Mapper ver 14.0

Fig. 5.4.- Perfil transversal sur-norte del Área Metropolitana de Monterrey, con referencia a fig. 5.3. Fuente: Atlas de Riesgo 2010.

Fig. 5.5. Mapa de edafología de la zona en estudio. Fuente propia, elaborado a partir del Atlas de Riesgo 2010.

Fig. 5.6.- Mapa cuencas colindantes y en estudio. Fuente propia, elaborado a partir del Atlas de Riesgo 2010.

Fig. 5.7. Mapa de evolución de la zona urbana en el área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia a partir de datos históricos del Atlas de Monterrey.

Fig. 5.8. Mapa de ubicación de Áreas geoestadísticas básicas. Fuente propia a partir de datos del INEGI.

Fig. 6.1. Mapa de climas según metodología de Köpen en la República Mexicana, Fuente: García, Enriqueta, CONABIO, 1998.

Fig. 6.2. Mapa de distribución de la precipitación pluvial anual 1971-2000, en la República Mexicana, Fuente: Conagua. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. Atlas Digital del Agua México 2012, Sistema Nacional de Información del Agua.

Fig. 6.3. Rutas huracanas destacando las que han influido en el Estado de Nuevo León y el Área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia, con apoyo del NOAA, 2012.

Fig. 6.4. Registro de precipitación máxima anual histórica registrada en el AMM, Fuente González, (1973), complementada con datos de la Servicio Meteorológico Nacional.

Fig. 6.5. Principales ríos y arroyos que influyen sobre el Área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia, con apoyo de datos del Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática.

Fig. 6.6. Corrientes principal y tributarias del Arroyo Topo Chico y su relación con el AMM. Fuente propia, con Apoyo del Atlas de Riesgo 1ra etapa del Gobierno del Estado de Nuevo León.

Fig. 6.7. Puntos de conflicto, de encharcamiento y manchas de inundación al 2004 y 2010 sobre el Área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia, con apoyo del Atlas de Riesgo 1^{er} etapa del Gobierno del Estado de Nuevo León.

Fig. 6.8. Secuencia de lluvia a daño en relación a la probabilidad de recurrencia en años. Fuente propia.

Fig. 7.1. Compilación de tipos de daño por inundación. Fuente propia a partir de Jiménez 2010, OPS 2006, Zúñiga 2007, Rojas 2008, Lekuthai 2001, Gómez 2010, Dwyer, 2004, Naghmeh 2007.

Fig. 7.2. Representación de daño económico contra la probabilidad de recurrencia de gastos máximos que generan inundaciones, (CNA, 2010).

Fig. 8.1. Mapa de Agebs representando los daños intangibles post inundación en parte alta de la cuenca en estudio.

Fig. 8.2. Eigenvalores que explican para este análisis el 69.9 % de la muestra.

Fig. 8.3. Mapa de zonas de daños intangibles post inundación en parte alta de la cuenca en estudio, mediante interpolación por caso. Fuente propia.

Fig. 8.4. Mapa de zonas de daños intangibles post inundación en parte baja de la cuenca en estudio, mediante interpolación por caso. Fuente propia.

Fig. 8.5. Regresión de daños indirectos versus daños intangibles para 154 AGEBS

Lista de Tablas

Tabla 3.1. Factores que contribuyen a la presencia de inundaciones. Fuente propia con apoyo de WMO/WGP (2008); Schanze (2004); Aparicio (1996); Aldrete (2006); Penning et al., (1994).

Tabla 4.1. Principales problemáticas tomadas en cuenta en el trabajo de campo.

Tabla 5.1. Zona metropolitana de Monterrey: Población, tasa de crecimiento y densidad media urbana, 1990-2010. Fuente SDS, 2004.

Tabla 5.2. Rasgos demográficos de los tres Municipios que están dentro de la cuenca en estudio. Fuente: (CEDEM, 2010), a partir de Inegi, Conapo, datos de 2005 a 2010.

Tabla 6.1. Peligros históricos sobre inundaciones en el área Metropolitana de Monterrey. Fuente: Bexareños, (2008); Cavazos, (1994 y 1998); PCGENL, (2001); González, (1973); Salazar, (2008).

Tabla 7.1. Tipología de daño por inundaciones, con ponderación de citas de autores que han abordado los efectos directos e indirectos ante una inundación.

Tabla 7.2. Aspectos sobre los efectos directos, indirectos e intangibles, en relación a la duración de una inundación, (Jiménez 2010, OPS 2006, Zúñiga 2007, Rojas 2008, Lekuthai 2001, Gómez 2010, Dwyer, 2004, Naghmeh 2007).

Tabla 7.3. Relación cualitativa de daños directos e indirectos en la República Mexicana 1949-2004. Elaborado a partir de CENAPRED, 2006.

Tabla 7.4. Relación de principal tipología de daños por inundación registrada en el área Metropolitana de Monterrey. Elaborado a partir de Atlas de nuevo León (2010).

Tabla 8.1. Representación parcial de daños directos, indirectos e intangibles promedio por AGEBS, aplicando el criterio de máximo score (Borda, 1798). Se marca con rojo el mayor valor. Ver Anexo 2

Tabla 8.2. Tabla parcial de porcentajes de daños directos e indirectos con respecto al total de daños por AGEBS. Ver Anexo 3.

Tabla 8.3. Descripción y dimensión particular de variables a utilizar para el análisis factorial.

Tabla 8.4. Factores explicativos de las diferentes dimensiones post-inundación resultantes de la encuesta.

Tabla 8.5. Eigenvalores que explican para este análisis el 69.9 % de la muestra.

Tabla 8.6. Análisis de comunalidades para 8 variables en sus 4 factores.

Tabla 8.7. Descripción de Factores explicativos y sus variables.

Tabla 8.8. Tabla parcial de Factor score para los 887 casos y 8 variables.

1. Introducción

Dado el incremento en magnitud y frecuencia de los desastres naturales de carácter hidrometeorológico según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC-A, 2014) donde aún sin tal aumento, es indispensable para los tomadores de decisiones establecer criterios precisos en la evaluación de los daños pre y post desastre que afectan a las zonas urbanas. El uso inadecuado de la escala macro (Ebenhöh et al., 1997; Behnen, 2000), el tiempo post evaluación y el considerar solo los efectos directos, no han permitido estimar los efectos indirectos e intangibles en un análisis posterior al desastre (Montoya, 2008; Booij, 2004). Por otro lado, los nuevos escenarios del cambio climático se suman a la necesidad de estimar de daños indirectos e intangibles, dado que, se refleja un grado de incertidumbre en los elementos que conforman la metodología utilizada en la gestión de riesgos de inundación. Además, ha sido útil para el dimensionamiento de obras de protección contra el embate de desastres de índole hidrometeorológico (CNA, 2010) y para establecer medidas de mitigación en el contexto del análisis de riesgos. La incertidumbre ha sido un parámetro asociado al resultado de la medición que refleja la falta de conocimiento del valor verdadero de lo estimado (IBWM et al., 1993) respecto a los efectos y daños por inundación. Esto ha ocasionado a los tomadores decisiones y a los evaluadores que analizan los daños en forma posterior al desastre, al finalizar su labor, una percepción de subestimación de daños al no considerar gran variedad de efectos entre ellos los indirectos e intangibles (Schanze et al., 2004).

Desde la perspectiva económica, una inundación puede causar enormes daños materiales conocidos como directos y los indirectos e intangibles llamados como no materiales, todos impactan seriamente en la economía local, regional y nacional. La evaluación de los daños materiales por inundación, es decir, el valor monetario de todos los daños físicos tanto directos e indirectos, han sido estudiados (Baro et al., 2005), mientras que los daños no materiales son escasamente considerados en los procesos de evaluación de los daños (Lekuthai et al., 2001). Por lo general, en la estimación previa de daños por inundación, hay dos partes en el actual estado del arte de un estudio costo-beneficio. Estas son: las variables técnicas que caracterizan las inundaciones y las variables sociales en la estimación

de los daños (Ortegón et al., 2005). Este tipo de estudios, a la fecha, presentan en su obtención grados de error al no tomar en cuenta efectos indirectos e intangibles (Arrojo et al., 2008). Toda evaluación de daños pre y post inundación inicia por la parte física de la inundación, es decir, el determinar parámetros hidráulicos de los escurrimientos superficiales tales como: profundidad, velocidad del agua, duración y extensión de la inundación, socavación y remoción de masa. Estas variables son obtenidas mediante simulaciones hidráulicas basadas en modelos hidrológicos que utilizan datos de precipitación históricos con el fin de estimar la magnitud y evolución de la lluvia a través del tiempo, con patrones de probabilidad de recurrencia.

Las evaluaciones de daño por inundación se han realizado en la actualidad solo desde un enfoque cuantitativo, considerando el daño como el recurso económico necesario para restaurar la zona afectada por el desastre, buscando remontar a su estado original antes del desastre (Grigg et al, 1974). Sin embargo no es siempre lo cuantitativo lo único a evaluar, debe ser considerado el enfoque cualitativo para la estimación de los daños indirectos e intangibles, lo cual, para su análisis preciso implica el incluir en los procesos de evaluación, estudios sociales y psicológicos sobre la población afectada (Breaden, 1973). En ocasiones, el daño es considerado como un cambio catastrófico en una zona urbana y en el análisis de alternativas está en el subgrupo de "no factible", es decir, el tratar de restaurar al estado original la zona afectada por un desastre es imposible o indeseable, debido a la cantidad de recursos que serían necesarios para su restauración, por lo tanto, la sentencia es que el daño puede ser subjetivo, su interpretación puede variar entre los interesados disciplinarios, actores específicos, como tomadores de decisiones o quien sufre directamente la inundación, así como, las escalas espaciales y temporales con que se analicen los daños por inundación que a la fecha en evaluaciones posteriores contrastan con la realidad del desastre (Kelman, 2002).

La imprecisión en la evaluación de daños es causada por: la carencia de datos, mala valoración del gasto por unidad dañada y escasa tipología en la identificación de los daños, como el no considerar los efectos indirectos e intangibles. Grandes inundaciones pueden causar daños y perjuicios con una magnitud entre el 20-50 % del producto nacional bruto de un país (Grigg, 1974), como es el caso del Delta del Río Rojo en Vietnam. Por lo anterior, se

acentúa la importancia establecer nuevas metodologías para la estimación de daños por inundación, permitiendo incorporar sistemas de apoyo a las autoridades en la toma de decisiones.

Autores, como, Jiménez (2010), OPS (2006), entre otros establecen que los efectos indirectos e intangibles, son detectables en un tiempo mayor a las 72 horas después de la inundación y este tipo de daños suelen ser hasta permanentes por las secuelas ante el desastre. En la tabla 2 se muestra una escala de tiempo con agrupación de experiencias de diferentes autores (Jiménez, 2010; OPS, 2006; Zúñiga, 2007; Rojas et al., 2008; Lekuthai 2001; Gómez et al., 2010; Dwyer, 2004; Naghmeh et al., 2007) destacando los diferentes daños indirectos e intangibles que deben ser considerados en evaluaciones pre y post desastre. Los datos encontrados en esta investigación refuerzan las teorías en relación a los efectos por inundación directos e indirectos. Autores como Penning-Rowsell et al (2003), han trabajado sobre los efectos indirectos referentes de pérdidas de producción y ventas en las regiones inundadas en donde el tiempo juega un factor preponderante. Otra perspectiva de análisis para precisar en la cuantificación y tipología de los daños post desastre, en especial, en la identificación de daños indirectos e intangibles es el abordar las zonas en estudio desde una dimensión socio-ambiental, así como llevar a cabo un análisis geoespacial de daños con relación con los eventos hidrometeorológicos extremos (Salas, Sánchez, 2008). Aunque las investigaciones relacionadas con estos procesos naturales, desde una perspectiva geomorfológica, son recientes, aún carecen de una plataforma sólida de referencia a nivel nacional al no considerar el factor humano como variable preponderante en ser susceptible al riesgo (Sánchez, 2011).

Bajo este contexto y tomando en cuenta las teorías y metodologías de gran variedad de autores que resaltan la imprecisión de indicadores cuantitativos y cualitativos en la evaluación de daños, se presenta en este documento un estudio a nivel micro-escala para una cuenca urbana, con zonas de pie de montaña y planicies cuyas variables socio-demográficas son muy variadas, niveles de pobreza extremos nulos y altos. Además una serie de propuestas metodológicas en la estimación de daños post inundación. Esta zona es afectada por los recurrentes eventos extremos de precipitación que se caracterizan por poca duración y alta precipitación, con eventos históricos registrados desde el siglo XIX, dejando huella del

desastre. En cuanto a la percepción la población de 860 encuestas en el área en estudio Cuenca del Arroyo Topo Chico, tuvo como última experiencia los embates de la tormenta tropical Alex en el 2010.

Esta investigación en una primera parte se desarrolla el marco teórico sobre los diferentes elementos de riesgo, estableciendo la posición de diferentes autores de diferentes disciplinas sobre la hipótesis y objetivos establecidos en el documento, resaltando la justificación de los mismos. En una segunda parte se describe las metodologías cuantitativas, cualitativas y su enlace que servirán para abordar nuevos criterios en la estimación de daños indirectos e intangibles. Como tercera parte se describen los elementos de riesgo, exposición y peligrosidad, continuando con un apartado de daños por inundación, tomando en cuenta la posición de diferentes autores y las metodologías tanto cuantitativas como cualitativas. Este apartado es útil para vincular y analizar los diferentes elementos del riesgo por inundación en la zona en estudio. En una cuarta parte se muestran los daños estimados y el análisis factorial de las dimensiones abordadas sobre la zona en estudio. Finalmente, se desarrolla la discusión a los resultados obtenidos así como las conclusiones correspondientes.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2. Objetivos e Hipótesis

2.1. Objetivo General

En esta investigación se pretenden agrupar metodologías cualitativas y cuantitativas, así como criterios técnicos, económicos, sociales, de salud y percepción, con el fin de plantear una nueva metodología para la estimación de daños directos, indirectos, tangibles e intangibles. Así mismo representando geoespacialmente a nivel micro-escala los resultados de campo bajo diferentes escenarios geográficos y socioambientales, se obtendrá en índice de daño derivado del caso en estudio correspondiente a la cuenca urbana Topo Chico, en el área Metropolitana de Monterrey.

2.2. Objetivos Particulares

- Determinar los factores explicativos en la estimación de daños por inundación, para diferentes dimensiones de manera interdisciplinaria.
- Conocer el impacto del uso de microescala y tiempo en la evaluación de daños por inundación.
- Aportación en las metodologías para estimación de daños intangibles e indirectos por inundación en viviendas con correlación geoespacial.
- Determinar un índice de daño por inundación a nivel vivienda y representarlo en un Sistema de Información Geográfica.
- Apoyar a los tomadores de decisiones al utilizar nuevas metodologías para la cuantificación de daños en zonas urbanas.
- Abonar en el establecimiento de políticas de inversión para la mitigación de daños por inundación, como una medida preventiva ante los nuevos escenarios del cambio climático.

2.3. Hipótesis

Las metodologías actuales de cuantificación de daños indirectos e intangibles ocasionados por un desastre natural de tipo hidrometeorológico, inundación, pueden mejorarse y reducir la incertidumbre en los criterios de evaluación post desastre al considerar variables socioambientales, nivel de educación, salud física, mental y de percepción del riesgo.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3. Marco teórico

3.1. Antecedentes

A lo largo de la historia los fenómenos naturales han producido numerosos desastres con afectación a las poblaciones de sus respectivas épocas. Diferentes culturas han advertido del peligro de las inundaciones, como las presentadas en el valle del Éufrates y el Tigris en el año 3200 AC. Aunque los ríos y sus inundaciones han dado forma a la civilización durante milenios tal como lo indica el relato de la Epopeya de Gilgamesh mesopotámica sobre una gran inundación, la magnitud del desastre ha dejado huella significativa en la historia de la humanidad, con énfasis, en un alto número de muertes y graves daños causados por inundación (Aldrete 2006). En siglos posteriores el drama de las inundaciones se ha manifestado en distintos puntos del planeta. Por citar algunos ejemplos, la antigua Roma AC y DC (Aldrete 2006), entre los siglos XV y XIX en Valencia (España), donde ocurrieron graves inundaciones, asociadas a factores naturales y antrópicos (Peris, 2005). En el mismo periodo, en el estado de Guanajuato (México) se registraron muchas muertes y pérdida de miles de viviendas, lo que desembocó en pobreza y éxodo (Matías 2007). En el siglo XX, entre los eventos más importantes, cabe destacar las inundaciones ocurridas en los años 1931 y 1998 en el río Yangtzé (China), en la que cientos de millones de personas fueron afectadas.

Además, en el siglo XXI, en Tabasco México en el 2007 y el 2011, así como en Bangladesh, India y Nepal las inundaciones ocurridas arrojaron cantidades similares de personas afectadas. Estas cifras reflejan de manera tangible el impacto de este tipo de peligros en el ámbito mundial (Garnica, 2004) y que a la fecha siguen presentando serias repercusiones a la sociedad como consecuencia de múltiples factores tales como: situaciones naturales, el vertiginoso crecimiento de la población mundial y la ocupación de espacios vulnerables a las inundaciones, tales como las márgenes de ríos y costas (Dehays, 2002; Matías, 2007). Las inundaciones son uno de los peligros naturales más amenazantes para la humanidad (WBGU 1999). La Organización de Naciones Unidas (ONU) en su resolución 42/169 declaró la década de los 90 como el Decenio Internacional de Reducción de Desastres Naturales (IDNDR).

Una de las conclusiones sobre esta resolución por parte de la ONU es, que las acciones realizadas sobre la protección contra las inundaciones no han sido las adecuadas (UNDRO, 1991; Plate, 1999). Esta afirmación es válida con la posición de diferentes autores considerando que la protección absoluta contra inundaciones es inalcanzable e insostenible, debido a los altos costos e incertidumbres inherentes. Sin embargo, la gestión del riesgo es recomendada como lo más adecuado por realizar (Plate, 1999) y este paradigma está recibiendo una creciente atención en la investigación referente a las inundaciones (Schanze, 2002; Hall et al., 2003; Hooijer et al., 2004).

3.2. Desastres “Naturales”

Existen muchas razones detrás del uso de la palabra desastre, pueden ser catástrofes ambientales o tragedias humanas, por lo que es necesario definirlo desde diferentes perspectivas. En ocasiones, un desastre se ha considerado como tal ya sea por: el número de personas muertas, por los daños a casas u otras estructuras o si hay consecuencias negativas indirectas e intangibles a largo plazo. Bajo este contexto, desastre se define como un acontecimiento de calamidad en un intervalo de tiempo causando un gran daño, pérdida y destrucción (Angus, 2008). Un desastre también puede definirse como un evento o suceso que ocurre en la mayoría de los casos en forma repentina e inesperada, causando alteraciones intensas sobre los elementos sometidos, representadas por la pérdida de los bienes de una colectividad o daños severos al medio ambiente, así como pérdidas de vidas humanas. Esta situación significa la desorganización de los patrones normales de vida, generando adversidad, desamparo y sufrimiento en la sociedad, lo cual, determina la necesidad de intervención inmediata (Llanes, 2003). Donde en la actualidad tales sucesos son globalizados, no solo por su difusión a través en los medios de comunicación y los efectos del cambio climático, sino por los efectos globales de las políticas económicas de gobiernos y multinacionales (Hayden, 2006 y Pelling, 2003).

Los desastres naturales pueden ser causados por fenómenos naturales y la acción del hombre. Un fenómeno se convierte en desastre cuando se supera los límites de la normalidad. La visión de los desastres, como fenómenos naturales peligrosos, difíciles de prevenir y controlar, ha sido la concepción adquirida a lo largo del tiempo, lo que ha generado políticas y acciones dirigidas a la atención de las emergencias. Sin embargo, se reconoce que estas políticas han sido insuficientes para detectar y a la vez disminuir los daños y pérdidas resultantes (Plate, 1999). En este sentido, Como un intento de entender la relación de los tales desastre con la sociedad, desde la perspectiva de la ecología humana, se ha examinado el comportamiento de las personas que responden a los estímulos del riesgo ambiental describiéndolos como aquellos elementos del entorno físico nocivos para el hombre y causados por fuerzas externas a él (Smith, 1992, Burton et al, 1964).

En América latina sobre las regiones menos desarrolladas se han registrado desastres de gran magnitud, un alto número de personas y grupos de población han participado en el aumento de la vulnerabilidad social, ya sea por ignorancia, pobreza u otras situaciones al habitar en zonas no factibles para la vivienda. Según la ONU, desde el año 1900 en las regiones urbanizadas de América Latina, Asia y África se concentra el 90% de la población afectada por los desastres naturales, los cuales, han generado grandes pérdidas económicas, y que incrementó su frecuencia y magnitud a partir de la revolución industrial como consecuencia de la explosión demográfica en 1950 (UNDRO, 1979). En el caso de México por sus características geográficas, se favorece la presencia de fenómenos hidrometeorológicos, como los 25 huracanes que en promedio se generan anualmente afectando el territorio Nacional y principalmente las zonas costeras en ambos litorales.

Asociadas a estos fenómenos, se presentan lluvias torrenciales que provocan inundaciones y deslaves. (CENAPRED, 2004). Los efectos de estos desastres pueden tener importantes consecuencias en el ámbito económico y social, en el desarrollo de una región e inclusive llegar a comprometer la seguridad nacional. Por tanto, su impacto puede incidir significativamente en el bienestar y calidad de vida de sus habitantes.

Así, en las últimas tres décadas (1980-2010), los efectos causados por los desastres en México significaron, en promedio anual, pérdidas de 14,946 vidas humanas y daños materiales por 31,892 millones de dólares. (Bitrán D., 2001; UNISDR, 2012).



Fig. 3.1.- Reporte de desastres ocurridos en el mundo 1900- 2010, indicando personas muertas y afectadas. Fuente Base de datos de desastres internacionales, Universidad Católica de Louvain, Bruselas, Bélgica.

3.3. Inundación

En la mayoría de los casos la inundación es un fenómeno natural que, en planicies naturales no siempre pueden ser clasificados como una amenaza. Sin embargo, las inundaciones dañinas generalmente se presentan en las cuencas de uso intensivo es decir en las cuencas urbanas con uso de suelo distinto a sus condiciones originales. Estas son a menudo modificadas por el hombre mediante la alteración de las características fisiográficas de las cuencas, tales como cambio en la cobertura vegetal, alteración de los tiempos de concentración o el traspaso de agua de otras cuencas (Schanze et al., 2004).

Una inundación también puede ser definida como un flujo de corrientes con niveles elevados que supera las condiciones naturales o terraplenes artificiales que conduce una corriente (FLOOD, 2005; Munich, 1997; ARC, 2007). Las inundaciones pueden ser provocadas por lluvias en exceso cuyos escurrimientos sobrepasan la capacidad de su conducción causando desbordamientos. Estas lluvias pueden ser del tipo convectivas, ciclónicas u orográficas (Aparicio, 1992). También, las inundaciones se pueden presentar por la falla de una presa o embalse, derretimiento de nieve o hielo, derrames producidos por las fuertes lluvias que acompañan a un huracán, inundaciones urbanas por la falta o deficiencia de alcantarillado, por aumento del nivel del agua subterránea, mareas del mar e inundaciones resultantes de los maremotos o tsunamis (Aldrete, 2006, Penning et al, 1994). Desde la perspectiva económica, la inundación es un desastre natural que puede causar enormes daños materiales e inmateriales para la economía nacional. Se entiende como daño material aquel que es tangible ya sea que tenga contacto o no con el agua durante el desastre. En cambio los daños inmateriales son considerados como intangibles que no representan un objeto en específico. En la evaluación de los daños materiales, es decir, el valor monetario de todos los daños físicos directos e indirectos, han sido estudiados, mientras que los daños no materiales aún no han sido considerados en los procesos de evaluación de los daños (Lekuthai, et al 2001).

3.3.1. Causales y Tipos de inundación

Las inundaciones según Salas (2004), se pueden clasificar por su origen en inundaciones pluviales, fluviales, costeras; las causadas por falla en infraestructura pluvial, y por el tiempo en que el agua se desaloja de la cuenca, también llamado tiempo de respuesta de la cuenca. Esta respuesta hidrológica de la cuenca depende de diversos factores físicos y biológicos, los cuales, inciden en la velocidad de los escurrimientos estableciendo inundaciones lentas o rápidas.

Las inundaciones lentas provocan en su mayoría daños materiales y pueden durar horas, días o semanas se presentan en suelos fácilmente saturables y con pendiente topográfica baja. Por otro lado las inundaciones rápidas o súbitas tienen una duración corta, es decir, se presentan minutos o hasta en pocas horas, donde, además de causar daños directos e indirectos, se caracterizan por altas velocidades, problemas de socavación, daños a la infraestructura y hasta pérdida de vidas humanas. Estas inundaciones súbitas se caracterizan por una topografía de elevada pendiente de su cauce al ubicarse en zonas montañosas, donde regularmente toma a la población desprevenida, ya que la precipitación regularmente ocurre a kilómetros de distancia en lo alto de la cuenca (NOAA et al., 2002, Samuels, 2004). En este sentido Jochen Schanze (2004), describe un tipo especial de inundación dinámica conocida como “Flash-Flood” siendo esta “expres” o inmediata, con duración baja destacando además de niveles altos de inundación, efectos de erosión, arrastre de azolves y daños por impacto a todo tipo de infraestructura interceptada por el flujo de agua, como vivienda, vehículos e infraestructura urbana. En la tabla 3.1 se muestra una clasificación los factores ambientales o antropogénicos que contribuyen a la presencia de inundaciones.

Factores Climáticos	Factores Hidrológicos	Factores Humanos	Otros Factores
Precipitación ciclónica.	Nivel de saturación del suelo.	Cambio de uso de suelo.	Deslizamiento de ladera.
Precipitación orográfica.	Nivel de permeabilidad de la cobertura de la cuenca antes de la tormenta.	Ocupación de cauces naturales o áreas inundables que obstruyen los escurrimientos.	Remoción de masa.
Precipitación convectiva.	Aportación del escurrimiento sub-base, ingresando escurrimientos superficiales del subsuelo.	Carencia de información hidráulica.	Rotura de embalses.
Fusión nieve o hielo.	Presencia de cubierta impermeable.	Ineficiente diseño, operación o mantenimiento a la infraestructura.	
Precipitación del mar.	Formación y variación de la sección del canal en espacio y tiempo (socavación y depósitos).	Manejo inapropiado de cortes y rellenos durante desarrollos inmobiliarios, generando remoción de masa.	
	Presencia o ausencia de laderas de amortiguamiento del flujo en canales, generando remansos.	Deficiente drenaje aguas arriba que reduce el tiempo de concentración, presentando el volumen en menos tiempo.	
	Simultaneidad de escurrimientos superficiales de varias partes de la cuenca de captación.	Efectos de cambio climático, incremento en la magnitud y frecuencia de precipitaciones y a su vez inundaciones.	
	Volumen de agua superior a la capacidad de conducción del cauce generando desbordamiento.	Microclima urbano que puede favorecer a la formación de precipitaciones.	

Tabla 3.1. Factores que contribuyen a la presencia de inundaciones. Fuente propia con apoyo de WMO/WGP (2008); Schanze (2004); Aparicio (1996); Aldrete (2006); Penning et al., (1994).

En Centroamérica el 54 % de la población está concentrada en áreas urbanas que presentan serios problemas asociados con la inundación (Tucci, 2007). La ocurrencia de tormentas severas, el desarrollo incontrolado de áreas urbanas, la fuerte tendencia a la aplicación exclusiva del concepto sanitarista de conducción rápida hacia aguas abajo, la explotación indiscriminada de las áreas verdes, la contaminación por vertidos incontrolados y residuos sólidos urbanos e industriales, entre muchas otras causas, incrementan la gravedad de la inundación. Las inundaciones de las zonas urbanas causadas por grandes volúmenes de aguas pluviales, compuesta principalmente durante las fuertes lluvias, representan otro tipo de inundaciones. Este es el resultado de los cambios de uso de la tierra y la rápida expansión de las zonas urbanas e industriales (Kupriyanov, 1977; Woloszyn, 2003).

Según la historia, los primeros asentamientos humanos eran conscientes de los peligros de las tierras inundables. En muchos países, la invasión de las llanuras de inundación no tuvo lugar hasta finales del siglo XIX, pero luego se expandió rápidamente. Durante los años 70 en EU, más de la mitad de la tierra de llanuras aluviales fueron urbanizadas extendiéndose en un 2% anual, tal es el caso de Dakota del Sur, E.U. (Rahn, 1984). Procesos similares han afectado a las ciudades costeras. Se estima que el 21 por ciento de la población mundial vive dentro de los 30 km de las costas y además está creciendo al doble de la tasa global mundial (Nicholls, 1998).

Durante las últimas décadas, las comunidades urbanas han intentado adoptar enfoques de más regulación, por el que la gestión del uso del suelo, restringe el crecimiento del desarrollo urbanístico sobre las llanuras de inundación. Según Marco (1994), no fue hasta los noventas que Estados Unidos inició la cartografía para inundaciones en sus principales metrópolis. En la Unión Europea (UE) se ha mostrado poca iniciativa en el establecimiento de normas de alcance continental. Burby et al., (1988), estudió diez comunidades en los E.U. y llegó a la conclusión de que la gestión del uso del suelo había sido eficaz al realizar en nuevos desarrollos obras de protección para mitigar eventos de inundación con frecuencias de 100 años. Los beneficios al realizar las obras, superaron con creces los costos tanto a particulares como para el gobierno, gracias a los lineamientos y normas indicados a los

constructores y promotores inmobiliarios. El apoyo por parte de las autoridades hacia los particulares para desarrollar en zonas libres de inundación (Smith, 2004) también fue de gran ayuda.

La planificación urbana y la ordenación del territorio a nivel micro escala se presentan como instrumentos eficaces de reducción del riesgo por inundaciones, bajo el principio rector de la sostenibilidad ambiental. En áreas urbanas consolidadas, con espacios inundables, las obras de ingeniería hidráulica han sido y siguen siendo la estrategia más utilizada para la reducción de riesgo por inundación, ya que, posibilita la realización de encauzamientos, canalizaciones o colectores de agua pluvial, aunque las problemáticas regularmente persisten (Ollero, 1997). La experiencia sobre el desarrollo urbanístico de las llanuras aluviales en Reino Unido fue la validación y aplicación de una estricta normativa reflejada en los planos de ordenamiento territorial, denegando los permisos de nuevos desarrollos susceptibles a inundaciones (Smith, 2004). La inundación en la tierra urbanizadas es un desastre muy frecuente, ya sean naturales o artificiales en escala grande o pequeña (Yen, 1995). El incremento de población en las grandes ciudades ha creado una nueva escala con enormes proporciones de la exposición al riesgo. Entre 20 y 30 millones de personas de escasos recursos en el mundo migran cada año de zonas rurales a las urbanas (Mitchell, 1999).

3.3.2. Cambio climático e inundaciones

Desde principios del siglo pasado, el aumento de los riesgos naturales, asociados con el cambio climático, constituye una gran preocupación mundial y previsiblemente lo seguirá siendo en las próximas décadas. Sus repercusiones tienen efectos en los sistemas naturales, económicos, sociales y políticos. Hoy en día se habla del cambio climático, asociado equivocadamente únicamente con desastres naturales, impactos en actividades socioeconómicas y con daños a la población (Magaña et al., 2002). Desde el año 1995, el IPCC reconoce que los seres humanos influyen de modo apreciable sobre el clima global y el riesgo de desastres.

Las previsiones sobre cambio climático advierten una elevación del nivel del mar para las zonas costeras en México y el Mar Caribe, afectando por igual a ecosistemas urbanos y rurales. Entre las zonas que requerirían una especial atención, se encuentran las desembocaduras de los ríos, como el Río Bravo, en Tamaulipas, y el Grijalva, en Tabasco. En algunos lugares de la planicie Tamaulipeca, específicamente en Tampico Tamaulipas, México, el nivel del mar podría ingresar a tierra firme más de 4 Km, ocasionando una gran inundación (Juárez et al., 2006).

Dados los cambios en el clima con un claro aumento en la temperatura y de eventos extremos (IPCC-B, 2014), es correcto relacionar el incremento del riesgo de inundaciones con el cambio climático, ratificando que los desastres de tipo inundación han ido en aumento no sólo por el daño reportado, sino también por la frecuencia y la intensidad (Munich, 2005). Aunque existen modelos climáticos globales que predicen el comportamiento de las variables climáticas, estos modelos que involucran precipitaciones extremas, en la actualidad tiene un modelado y análisis estadístico impreciso dada su variabilidad en el espacio en y el tiempo. Los nuevos métodos, así como nuevas combinaciones de ellos están obligados a hacer frente al cambio climático relacionando los riesgos de inundación en el ámbito regional (Christian et al., 2006). Prueba reciente de los fenómenos del cambio climático son los desastres ocurridos en la mayoría de los estados de la República Mexicana, como: los huracanes Gilberto (1988), Alex (2010) entre muchos otros, han afectado a los centros urbanos del país con mayor acentuación en las zonas marginadas y a amplias zonas productivas del territorio nacional.

El lenguaje utilizado por la comunidad de profesionales e investigadores que participan en la gestión de inundaciones, refleja, variadas actitudes de las naciones y la sociedad, la cual se han transformado durante los últimos 15 años. En Hungría, por ejemplo el concepto de "*lucha contra las inundaciones*" refleja el embate entre la comunidad y las fuerzas naturales de sus ríos, esto habla una filosofía del control humano sobre la naturaleza y la protección de su patrimonio contra el “Enemigo común”, la inundación (Samuels, 2004).

Sin embargo, el Reino Unido con la adopción de desarrollo sostenible como un compromiso de política global, destaca en el 2004 con la puesta en marcha de la estrategia para la gestión del riesgo de inundación llamada " *Decisiones de espacio a el agua*" (DEFRA, 2004).

3.4. Desastres por inundación

Los desastres naturales provocan grandes impactos, sobre todo, en los países en desarrollo que cuentan con débiles economías, problemas de corrupción y desorganización y se ven afectados por la repetición de fenómenos naturales, sobre todo, inundaciones, ya que, el 70% de los desastres naturales acaecidos en todo el mundo están relacionados con fenómenos de índole hidrometeorológico (APFM, 2004). Precisamente, la población marginada no tiene la autosuficiencia para subsistir más de 72 hrs después de un desastre (Aguirre, 2006; Baxter, 2005; Hayden B. 2006). Por otro lado, los países desarrollados cuentan con mejores economías, organización e infraestructuras para recuperarse mejor y en un menor tiempo.

En el curso del siglo XX, en todo el mundo, más de siete millones de personas murieron como consecuencia de desastres por inundación. Un millón de heridos y más de cien millones quedaron sin hogar, arrojando una cifra global mundial de 2.37 millones de personas que de alguna manera fueron afectadas (Munich Re Group, 2003, Smith, 2004). Destacando en este siglo el desbordamiento del río Amarillo en la provincia de Henan (China), dado el número de muertes alcanzadas de 900,000 (Sinclair, 2000, Tungsheng, 1985).

En el continente europeo la información en escala de riesgo por inundación y los daños no es fácilmente accesible. Sin embargo, su escala nacional sobre el grado de inundación esperado y las actividades de defensa costera se han documentado para Inglaterra y Gales con el fin de prevenir y a su vez reducir los daños anuales promedio ocurridos, con valor aproximado de 4 Billones de euros (Purnell, 2002).

En las últimas décadas se presentaron en este continente un alto número de decesos, dado que a partir de 1953 las inundaciones del Mar del Norte causaron más de 2500 muertes en Reino Unido, Países Bajos, Bélgica y Alemania. Las inundaciones siguen siendo los desastres naturales de más impacto en Europa generando considerables efectos económicos e impacto social (Samuels, 2004).

Existen situaciones donde la población es afectada aun después de haber prevenido la afectación económica a su patrimonio, tal es el caso del Nueva Orleans (Estados Unidos) donde las compañías de seguros negó el pago de los daños a las viviendas dado que consideraban que los efectos del huracán "Katrina" no eran una causa netamente natural y los muchos elementos de la infraestructura habitacional no estaban cubiertos. Este evento extremo registró pérdidas económicas de más de 75 millones de dólares. En otro caso similar, en Australia hay muchas protestas públicas por el fracaso del gobierno nacional para proteger a las personas por las inundaciones. En este continente normalmente muy seco, se han presentado inundaciones con destrucción importante y las autoridades estatales y federales al igual que en Estados Unidos no están preparados para hacerles frente (Angus, 2008). En el caso particular de México, en las últimas décadas se registraron inundaciones que ocasionaron más de 4,941 pérdidas humanas, 1.9 millones de personas afectadas con pérdidas materiales por un valor de más de 412 millones de dólares (Garnica, et al. 2004).

Es interminable el número de casos donde las inundaciones han causado estragos, dejando la sensación de que podemos prevenir su recurrencia. Cada vez más la actividad humana está afectando a nuestro medio ambiente natural a tal punto que a menudo tenemos que evaluar de nuevo las causas de las catástrofes llamadas naturales, reconociendo que el error humano es evitable y podría haber contribuido en la magnitud y frecuencia de los daños (Angus, 2008). Tal es el caso del crecimiento urbanístico en la llanura de inundación ubicada en ambos lados del río Chao Phraya en Bangkok (Tailandia) donde se presentan cada vez más graves inundaciones y daños equivalentes a miles de millones de bahts (Lekuthai et al., 2001).

3.5. Características de la inundación

La cuantificación de las características de una inundación constituye un problema complejo debido a la interacción entre el flujo y las infraestructuras presentes en la zona a inundarse, para ello es importante aplicar diferentes métodos de simulación lluvia-escurrimiento que analice la precipitación, el lugar expuesto y la respuesta de los escurrimientos que aporta la cuenca (Chow 1988, Aparicio 1992).

3.5.1. Precipitación

Como un elemento de la peligrosidad ante inundaciones, el conocimiento de la magnitud, duración e intensidad de la precipitación y su distribución espacial-temporal es fundamental para una correcta caracterización de la respuesta hidrológica de la cuenca y su relación con los riesgos, para la cuantificación de los recursos hídricos, así como, para la estimación de daños ante el impacto de eventos hidrometeorológicos extremos que causan inundaciones, especialmente en zonas de cabecera con importante variabilidad climática. (Verdú, 2006).

Existen diferentes métodos para integrar estos datos puntuales a nivel de una región o una cuenca, como pueden ser el método de la media aritmética, la media ponderada según la curva hipsométrica, el de las isoyetas, el método de los polígonos de Thiessen, la ponderación por el inverso de la distancia, o por inverso del cuadrado de la distancia (Remeneiras, 1974; Singh, 1976; Bras y Rodríguez, 1976; Dugo et al., 1994).

Otros métodos más recientes utilizan curvas de intensidad-duración-frecuencia a nivel de cuenca (Sivapalan et al., 1998), procedimientos geoestadísticos (Pardo, 1998), o bien el uso conjunto de redes de pluviógrafos junto con imágenes de radar meteorológico (López et al., 1989) o de satélite (Grimes et al., 1999). La variabilidad espacial de la precipitación en cuencas de montaña debido a la orografía contrasta con la escasez de pluviómetros oficiales, con lo cual se introduce un error de base en cualquier estudio del recurso hídrico (Verdú, 2006).

3.5.2. Respuesta de la cuenca

La respuesta hidrológica de una cuenca se puede analizar mediante la modelización hidrológica. Tal modelización debe basarse en una aproximación y comprensión progresiva de los procesos hidrológicos de una cuenca, y no en un simple artefacto matemático que relacione entradas y salidas de un balance de agua (O'Connell et al., 1996). De esta manera se pueden abordar estudios de simulación de escenarios, como el efecto del cambio climático o de cambios en los usos del suelo. La modelización hidrológica es también la base para estudios de previsión y pronóstico de inundaciones, y los hidrogramas resultantes alimentan estudios hidráulicos de tramos fluviales, lo cual será mencionado en los capítulos de exposición y peligrosidad de esta tesis.

La heterogeneidad espacial y temporal de los procesos y variables implicados en la respuesta hidrológica y por tanto en la modelización de cuencas es una fuente importante de error y una limitación para la precisión de muchos estudios y modelos. La variabilidad espacial de algunas variables y su implicación en la respuesta hidrológica han sido y son objeto de estudio en diferentes cuencas experimentales, concretamente la precipitación (Moore et al., 1994; Woods et al., 2001) y las propiedades físicas del suelo y la evolución del contenido de humedad (Abbot et al., 1996; Parkin et al., 1996; Loague et al., 1997). Woods y Sivapalan (1999) presentan un marco teórico para determinar qué proceso es el que más afecta a la variabilidad de la respuesta hidrológica final de la cuenca, diferenciando entre la variabilidad en el proceso de transformación de lluvia a escurrimiento, en el proceso de escurrimiento superficial hasta la red de drenaje y en el proceso de tránsito a lo largo de la red de drenaje. En función de las características de la cuenca se pueden localizar los procesos cuya cuantificación espacial y temporal afecta más a la incertidumbre del resultado final (Woods et al., 2001).

3.5.3. Lluvia-escurrimiento

Dependiendo del grado de abstracción, los modelos de lluvia-escurrimiento se clasifican en tres grupos principales (Shamseldin, 2002a): Modelos distribuidos de base física, basados en leyes físicas que explican los principales procesos; Modelos conceptuales cuasi-físicos, que ocupan una posición intermedia respecto de los anteriores en cuanto a complejidad y grado de agregación de las variables y procesos y el tercer grupo los modelos de caja negra o caja gris, en que no se modeliza el funcionamiento de los procesos hidrológicos, sino que se basan en funciones de transferencia que relacionan en el tiempo una variable de entrada (lluvia) con una de salida (escurrimiento).

3.5.4. Modelos hidráulicos

Posterior a la modelación lluvia escurrimiento que aporta los gastos máximos esperados a fluir por el sistema de cauces, para diferentes probabilidades de recurrencia o periodos de retorno (TR), diferentes autores han utilizado software especializado para estimar la inundación. Tal es el caso de Butts, (et al., 2005) que emplea un modelo hidrodinámico para el cálculo de las inundaciones el software Mike 11 desarrollado por el Instituto Danés de hidráulica, el cual Mike 11 utiliza las ecuaciones de Saint-Venant por medio de un esquema de diferencia finitas, además correlaciona las características hidráulicas de inundación con cartografía y las representa geoespacialmente para su análisis, incluyendo variables económicas y sociales. Posteriormente los resultados se utilizan para el cálculo de los daños por inundación. Además Vanderkimpfen et al., (2009), ha utilizado el software SOBEK desarrollado por el Instituto Deltares en Delft Holanda el cual es capaz de construir complejos modelos de integración dinámica para zonas rurales urbanas y en ríos.

US Army, (1999), ha realizado un alto número de modelaciones hidrológicas e hidráulicas con cálculo de llanuras de inundación utilizando software de la familia de Hydrologic Engineering Corps (HEC-RAS). El sistema HEC-RAS es usado para el análisis

de flujos a superficie libre principalmente ríos y contiene las siguientes características: el flujo es constante, puede ser transitorio, incompresible, con continuidad, es principalmente adimensional, modela arrastre de sedimentos y calidad del agua. Para daños de inundación cuenta con una subrutina denominada Flood Damage Analysis (HEC-FDA).

Los modelos hidráulicos permiten determinar características específicas de la inundación como el tirante o profundidad del agua de manera longitudinal y transversal, el tiempo de la inundación, la velocidad del agua, arrastre de sedimentos, socavación, depósito de azolves y a partir de ellos se pueden estimar los daños directos e indirectos por inundación, así como, las zonas en riesgo y vulnerables ante este tipo de desastres (Ian et al, 2007). La evolución conceptual de estas metodologías y el uso de nuevas herramientas tecnológicas ha permitido reducir el grado de incertidumbre en la estimación de los daños por inundación Vanderkimpen (2009).

3.6. Riesgo

3.6.1. Definiciones

El riesgo se puede expresar, como una situación susceptible de causar daños, resultado de un suceso que ocurre en un medio vulnerable (Ribera, 2004). Aunque, la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) define el riesgo, como una función independiente de la amenaza y la vulnerabilidad. Otros autores establecen diferentes definiciones del concepto, por un lado, los economistas se centran en cuantificar el riesgo a través de la evaluación de la cantidad económica asociada a la pérdida patrimonial resultado de un desastre; se trata de un cálculo independiente de los individuos y determinado por los geógrafos e hidrometeorólogos (Magaña, 2002). Los psicólogos sociales, sociólogos y geógrafos sociales se interesan por una concepción social del riesgo, vinculada con la percepción social e individual del peligro, así como con el contexto ambiental de la vida de la persona y de la población en conjunto.

Una visión alternativa del riesgo es asumir que la naturaleza no crea los desastres, sino que son producidos por la sociedad, por lo que se debe hacer un análisis de los procesos sociales de la zona en estudio (Hewitt, et al 1983; Olcina, 2004). La palabra china para el riesgo es "Weij-ji" que combina peligro y oportunidad. El riesgo no puede ser eliminado en su totalidad, por lo que debe ser evaluado y gestionado a fin de reducir los desastres, (Kelman, 2002). El concepto de riesgo, asociado al de incertidumbre, se conoce como la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y su predicción, lo cual, hace necesario conocer el funcionamiento de la peligrosidad de los procesos naturales, su intensidad y su frecuencia en el tiempo (Mayer, 2002; Montoya et al., 2008).

Existe una amplia variedad de riesgos naturales con una clasificación muy detallada los cuales, se pueden clasificar principalmente como: meteorológicos/climáticos, geofísicos, biológicos, antropogénicos y mixtos, los cuales, influyen en los centros de población y las áreas productivas. Estos riesgos se consideran potencialmente perjudiciales cuando hay elementos expuestos a las inundaciones que podrían, aunque no necesariamente, ser afectados (FLOOD, 2005). Además, estos eventos pueden ser asociados con capacidades diferentes en cuanto a transporte de escombros, sedimentos y otras sustancias (por ejemplo, tóxicos) con efectos variables sobre el hombre y el medio ambiente (Schanze et al., 2004). Según la Organización de Estados Americanos (OEA), la caracterización y definición de los riesgos se establece a partir de tres factores o componentes: peligro, exposición y vulnerabilidad, y requiere de una gran cantidad de información espacial y expresión cartográfica. Esta última se sustenta mediante la elaboración de análisis de vulnerabilidad, simulación de escenarios de riesgo, visualización y comunicación de riesgos al público general (Díaz et al., 2002). En muchos casos, los desastres son previsibles, ya que, es posible definir a priori cuáles son los lugares con un mayor riesgo. Para ello, se debe calcular la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural peligroso y la exposición y la vulnerabilidad del ser humano, frente a dicho peligro.

Esta necesidad de conocer la distribución espacial del riesgo obliga a contar con mapas de riesgo, herramientas imprescindibles en la gestión de emergencias y en la planificación urbana y la ordenación del territorio (Etxeberria, et al., 2005).

La probabilidad de la ocurrencia de inundaciones potencialmente dañinas se les llama riesgo de inundación (Cenapred, 2005). El concepto de gestión del riesgo de inundación requiere la intensa participación varias comunidades de profesionales: hidrólogos, ingenieros hidráulicos, economistas, científicos sociales, ecologistas, y los planificadores. Los conceptos utilizados en estas profesiones y entre ellas, a nivel internacional, no comparten una terminología común, por lo que existe una necesidad de desarrollar un idioma homologado de riesgo para facilitar la comunicación de ideas y la aplicación de medidas sostenibles sobre la gestión de riesgos (NCR, 2002). Existe un glosario que el Reino Unido elaboró para esta necesidad (DEFRA, 2002), así como por lo establecido en el sexto programa de la comisión europea (Flood, 2005).

A pesar de la eficacia demostrada frente a las inundaciones por las obras de ingeniería realizadas en muchas partes del mundo, éstas no proporcionan una protección absoluta frente al riesgo (Ollero, 1997). La construcción de numerosas obras, que pretenden minimizar el riesgo a la sociedad, ha influido en la noción que la población tiene del término catástrofe, con un sentimiento de falsa seguridad que proporcionan estas obras. La existencia de obras de ingeniería, cada vez más sofisticadas, invita al aumento de los asentamientos humanos en zonas vulnerables a las inundaciones, iniciando un círculo vicioso, a medida que se construyen infraestructuras más importantes y costosas, se suele generar, como consecuencia, asentamientos humanos de mayor magnitud (Ferrando, 2006). Como resultado, la sociedad va generando escenarios de riesgo, transformando el medio natural, incrementando la demanda de construcción de vivienda, aumentando la densidad de población marginada y favoreciendo la desigualdad social. Es necesario comprender la vulnerabilidad social y ambiental al riesgo de inundaciones en muchas dimensiones, que crece en mayor medida que la adaptación al mismo (Rodríguez, 2007).

3.6.2. Indicadores de riesgo

En cuanto a los indicadores de la exposición al riesgo existen dos categorías. La primera es referente a las variables de los indicadores de riesgo que proporcionan la ubicación de los distintos elementos en peligro, su elevación, su proximidad al río, la cercanía a las zonas de inundación, los periodos de retorno, etc. Estos indicadores informan la frecuencia de las inundaciones en las llanuras y la amenaza a los diversos elementos en riesgo de ser inundados. La segunda categoría toma en cuenta los indicadores de la concentración de las inundaciones como la duración, la velocidad, la carga de sedimentación y la profundidad. Esto indica la gravedad de la inundación, así como su distribución en el espacio y el tiempo. En resumen, los indicadores de la exposición confieren información específica sobre amenazas en los diversos elementos de riesgo (Alexander 1993; Heyman et al., 1991).

3.6.3. Indicadores de susceptibilidad

Los indicadores de susceptibilidad miden qué tan sensible es un elemento de riesgo y cómo se comporta cuando se enfrenta con algún tipo de peligro. Estos indicadores afectan a los sistemas sociales, económicos y ecológicos o unidades individuales de estos sistemas. En cuanto a los sistemas sociales y económicos se mide el impacto absoluto o relativo de las inundaciones en los distintos elementos en riesgo, considerando la conciencia y preparación de la población antes, durante y después de una inundación. Tal es el caso de los edificios que al identificar categorías presentan susceptibilidades similares. Las casas de madera son mucho más susceptibles a las inundaciones que las casas de piedra y en los edificios con una sola planta hay más daño que en edificios de más de una planta. (Alexander, 1993). Para esta investigación el indicador de susceptibilidad se aplica al estar residiendo la sociedad en zonas de riesgo, como en las márgenes de los ríos o arroyos. Tales indicadores no han sido abordados con plenitud y serán tomados en cuenta en esta investigación al buscar los factores explicativos en la evaluación de daños post desastres.

3.6.3.1. Indicadores socioeconómicos

Dada la capacidad de los individuos y los sistemas sociales para hacer frente al impacto de las inundaciones deben ser considerados los indicadores socioeconómicos que toman en cuenta información general sobre la edad, la estructura, la pobreza, género, educación, relaciones sociales, de desarrollo institucional, la proporción de la población con necesidades especiales (niños, ancianos) y similares (Blaikie et al., 1994; Watts, et al., 1993; Hewitt 1997; Smith, 2001).

3.6.3.2. Indicadores técnicos de susceptibilidad

Los indicadores técnicos de susceptibilidad reflejan las debilidades específicas por las inundaciones referente la capacidad de los sistemas socio-técnicos ante un desastre, tal es el caso de los abastecimientos de agua potable, sistemas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de comunicación y suministro de energía sistemas viales, respuesta de los planes de emergencia, atención médica, albergues, etc., aspectos importantes para detectar los efectos directos por inundación (Gasser et al., 1990; Platt, 1995).

3.6.3.3. Otros indicadores importantes

Los indicadores de sensibilidad social se refieren a la capacidad de la comunidad para superar las consecuencias del peligro y para restablecer las condiciones anteriores (Smith, 2001). Los indicadores de concientización y preparación de los individuos y comunidades son importantes al hacer frente a los desastres naturales, tal como, el número de hogares protegidos contra impactos de inundaciones físicas a través de medidas técnicas, el número de personas con seguros contra daños por inundación, número de personas listas para la acción en la gestión de desastres, así como la calidad de las medidas de protección contra las inundaciones y las organizaciones de gestión de desastres (Green et al., 1994).

El establecer en el marco teórico los diferentes indicadores de susceptibilidad de riesgo, como socioeconómicos, técnicos y de sensibilidad nos permitirá establecer los criterios de

investigación de campo para esta zona en estudio con nuevos enfoques buscando validar la hipótesis de esta investigación así como los objetivos generales y particulares.

3.6.4. Resiliencia

El vocablo resiliencia tiene su origen en el idioma latín, en el término *resilio* que significa volver atrás, volver de un salto, resaltar, rebotar. El término fue adaptado a las ciencias sociales para caracterizar aquellas personas que, a pesar de nacer y vivir en situaciones de alto riesgo, se desarrollan psicológicamente sanos y exitosos (Rutter, 1993).

Diversos autores han expuesto algunas de las definiciones que, desde este campo, han desarrollado en torno a este concepto, estas son: Habilidad para surgir de la adversidad, adaptarse, recuperarse y acceder a una vida significativa y productiva (ICCB, 1994); Historia de adaptaciones exitosas en el individuo que se ha visto expuesto a factores biológicos de riesgo o eventos de vida estresantes; además, implica la expectativa de continuar, con una baja susceptibilidad a futuros estresores (Luthar et al., 1991; Masten et al., 1985); enfrentamiento efectivo ante eventos y circunstancias de la vida severamente estresantes y acumulativos (Lösel, et al., 1989). Capacidad humana universal para hacer frente a las adversidades de la vida, superarlas o incluso ser transformado por ellas. La resiliencia es parte del proceso evolutivo y debe ser promovido desde la niñez (Grotberg, 1995); la resiliencia distingue dos componentes: la resistencia frente a la destrucción, esto es, la capacidad de proteger la propia integridad bajo presión; por otra parte, más allá de la resistencia, la capacidad para construir un conductismo vital positivo pese a circunstancias difíciles (Vanistendael, 1994). Según este autor, el concepto incluye además, la capacidad de una persona o sistema social de enfrentar adecuadamente las dificultades, de una forma socialmente aceptable.

Los conceptos de resiliencia, resistencia, homeostasis, están íntimamente ligados al concepto de vulnerabilidad y que a su vez son parte importante de esta al ser un término netamente social. Se busca en esta investigación abordar la mayor parte de las perspectivas sociales dirigidas a la estimación de los daños indirectos e intangibles.

3.6.5. Mapas de riesgo

Los mapas de riesgo de inundaciones permiten el análisis y la toma de decisiones ante desastres. Es preciso añadir el concepto de vulnerabilidad social al estudio del fenómeno físico, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), la percepción remota, los sensores hidrológicos, que representan un potencial de gran valor para el desarrollo de la cartografía del riesgo, siendo un campo abierto a la investigación (Ribera, 2004; Díaz, 2002). En las inundaciones los mapas de riesgo muestran su relación con los impactos potenciales que éstas pueden llegar a producir en personas, bienes y actividades, contribuyendo al análisis, la toma de decisiones y el desarrollo de medidas de gestión. Asimismo, es preciso añadir el concepto de vulnerabilidad social al estudio del fenómeno físico. Además, el uso de los SIG, la percepción remota y los sensores hidrológicos, representan un potencial de gran valor para el desarrollo de los mapas de riesgo de inundaciones, siendo un campo abierto a la investigación (Ribera, 2004; Díaz, 2002).

En la actualidad, la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el proceso de modelación del riesgo, facilita la consideración de variables de muchas disciplinas, permitiendo su tratamiento analítico y sistemático de los datos espaciales. La implementación del SIG en los análisis de riesgos por inundación, es útil para planificación, gestión y evaluación de numerosos proyectos, análisis integrado del territorio, evaluación del comportamiento espacial y temporal de los desastres, análisis retrospectivo de la ocurrencia de inundación, prospección de vulnerabilidades y riesgos, recopilación, acumulación y homogeneización de información, y tratamiento y presentación óptima de la información geográfica, a través de variables de tipo social, mejorando los mapas de riesgos (Horcajada, 2001; Reyes, 2006; Bosque, et al 2003, Vasile et al, 2006).

En la actualidad la aplicación de los SIG en el proceso de modelación de riesgo, facilita la consideración de variables de muchas disciplinas, permitiendo su tratamiento analítico y sistemático de los datos espaciales. Un ejemplo, en el análisis de la zona metropolitana de Taipei (Taiwan) sobre la cuenca de río Keelung, se aplica una regresión de mínimos cuadrados para construir la función daño-inundación, cuyos resultados indican que la profundidad de la inundación es la variable significativa y el patrón espacial de las residuales demuestra que los residuos representan la autocorrelación espacial (Jui-Lin et al., 2005).

En los últimos años la integración de datos obtenidos mediante la teledetección desempeña un papel importante en la creación o en la actualización de las bases de datos SIG existentes. Las imágenes terrestres tienen amplias aplicaciones en el análisis de las inundaciones, como en la producción de mapas de las cuencas, detección de superficie del agua y la humedad del suelo, detección de zonas inundadas y la asistencia para la estimación del caudal a distancia. Por lo tanto, el procesamiento de las imágenes son importantes para el desarrollo estas aplicaciones y su uso en el análisis y gestión de riesgos de inundación (Brakenridge et al. 2001).

3.6.6. Teorías para cálculo de riesgo

3.6.6.1. Teorías cuantitativas

En las últimas décadas se ha investigado ampliamente sobre las metodologías para la determinación del riesgo. Gendreau y Gilard, (1997) consideran que una zona en riesgo involucra dos factores, la probabilidad de riesgo y su vulnerabilidad a consecuencias indeseables por inundación. Una definición similar se adoptó en el proyecto IRMA-ESPONJA (NCR, 2002). En ocasiones se ha determinado en términos simples como: $\text{Riesgo} = (\text{Probabilidad}) * (\text{Consecuencia})$, con la problemática de no contar con una variable común de las consecuencias de la descripción de la probabilidad de inundación que puede depender de muchos factores tales como tipos de lluvia, deslizamientos de tierra, colapso de un bordo o una presa, obstrucción de las infraestructuras por los escombros, etc., (DEFRA, 2002).

Alexander (1991), considera el riesgo total como el producto de tres variables: Riesgo total = (Impacto del daño) (Elementos de riesgo) (vulnerabilidad de los elementos del riesgo); Blong (1996), determina el riesgo como el producto entre el peligro y la vulnerabilidad; Crichton (1999), establece que el riesgo es probabilidad de una pérdida y depende de tres elementos de riesgo, el peligro, vulnerabilidad y exposición.

Granger et al. (1999) afirma que Riesgo es el número esperado de vidas perdidas, personas heridas, daños a la propiedad y la interrupción de la actividad económica debido a un fenómeno natural particular, matemáticamente es riesgo total= (Peligro) (Elementos de riesgo) (Vulnerabilidad) y es factible utilizar para enfoques cuantitativos, cualitativos y de análisis mixtos.

Helm (1996), determina el riesgo como el producto de la probabilidad por las consecuencias, aunque está consciente que este producto simple no es suficiente en sí mismo para describir completamente el riesgo real, pero proporciona una base para la toma de decisiones sobre la asignación de recursos; Smith (1996) considera el riesgo como la exposición real de algo de valor humano a un peligro y se suele determinar como la combinación de la probabilidad y la pérdida; UN DHA (1992) evalúa el riesgo como las pérdidas esperadas de vidas, personas heridas, propiedad dañada y actividad económica interrumpida, como consecuencia de un peligro particular para una zona determinada y del periodo de recurrencia. Sobre la base de cálculos matemáticos, el riesgo es el producto de la amenaza y vulnerabilidad.

3.6.6.2. Teorías cualitativas

La parte cualitativa para la determinación del riesgo es sumamente importante y es escasamente considerada en la evaluación de los daños por inundación, tal es el caso de Keeney (1995) al declarar que la evaluación del riesgo, ni la gestión del riesgo se puede separar de las decisiones que, a su vez, están condicionados por las creencias y circunstancias individuales. Muchas personas toman decisiones y acciones sobre los peligros con base en

su percepción personal de riesgo. Por lo tanto, la percepción del riesgo ha de ser considerada como un componente válido de gestión de riesgos. Los individuos perciben riesgos de manera intuitiva y, con frecuencia son muy diferentes de los resultados obtenidos por evaluaciones más basadas en modelos financieros de costo-beneficio (Starr et al., 1980).

En la identificación de daños pos inundación, en especial los efectos indirectos e intangibles, se considera que el tipo y grado de riesgo percibido varía mucho según la ubicación, la ocupación y estilo de vida, incluso entre individuos de la misma edad, los factores de sexo y entre las diferentes cultura de cada nación (Rohrmann, 1994). La noción de la percepción de riesgo se refiere a las sentencias de riesgo intuitiva de las personas y grupos sociales en el contexto de información limitada e incierta (Slovic, 1987). Estos juicios varían entre individuos debido a diferentes niveles de informaciones y la incertidumbre, debido a un comportamiento intuitivo diferente, y también se debe a constelaciones de poder y posiciones específicas de interés. Los expertos responsables de la protección contra las inundaciones pueden intentar obtener la máxima información científica sobre los riesgos de inundación con el fin de optimizar la eficacia de las medidas de protección contra las inundaciones, en cambio los políticos, pueden estar más interesados en atraer habitantes o empresas en una región de llanuras aluviales en el fin de fortalecer el desarrollo económico regional, otros podrían sentirse inclinados a no hacer nada, ya sea porque no comparten esta percepción, o que creen que estas medidas no va a pagar, o simplemente consideran que el asumir protección contra las inundaciones es una tarea política pública únicamente (Kelman, 2002; Rohrmann, 1994).

Esta metodología debe ser abordada mediante el diseño y aplicación de muestras de la población para que tanto las variables cuantitativas como cualitativas sean abordadas buscando localizar los factores explicativos de las variables en la evaluación de daño post desastre.

3.7. Vulnerabilidad

3.7.1. Conceptos

El concepto de vulnerabilidad es la predisposición o susceptibilidad intrínseca de los componentes naturales y antrópicos del sistema territorial para ser dañados total o parcialmente, debido al impacto de una amenaza. Desde la perspectiva social, la vulnerabilidad aumenta en relación directa con la incapacidad del grupo humano para adaptarse al cambio, y determina la intensidad de los daños que puede producir (Calvo et al., 1997). Cutter, (1996); Mitchell (1989) definen vulnerabilidad como la cantidad y potencialidad de daños en un evento de inundación específico sobre sistemas socio-económicos y ecológicos al ser perjudicados por un suceso peligroso. Pelling, (2003), resume los siguientes conceptos que según su opinión, algunos de ellos, son vagamente considerados en la evaluación social de los desastres por inundación. Empezando por peligro, siendo el daño potencial a las personas o los sistemas humanos, que para el caso de inundaciones el riesgo se atribuye a los elementos naturales, físicos o ambientales; La vulnerabilidad es la exposición al riesgo y denota una incapacidad para evitar o absorber el daño potencial; Vulnerabilidad física es la vulnerabilidad en el entorno construido; Vulnerabilidad social es la que experimentan las personas y sus sistemas sociales, económicos y políticos; La vulnerabilidad humana es la combinación de la vulnerabilidad física, social y la resiliencia mencionada previamente, la cual es la capacidad de adaptarse a las amenazas y mitigar o evitar el daño.

La vulnerabilidad se manifiesta como un conjunto de factores, en interacción, que convergen en un grupo de población con diversos grados de incapacidad para responder a la presencia de un riesgo determinado, cuyas causas son tanto internas como externas al grupo. La mayor parte de los estudios empíricos sobre desastres naturales han utilizado el concepto de vulnerabilidad en América Latina y no se ha prestado atención a la resistencia de la sociedad por no ser vulnerable (Mansilla, 2006).

La vulnerabilidad por los desastres está estrechamente relacionada con la brecha económica entre ricos y pobres. A nivel mundial, se ha estimado que aproximadamente el 20 por ciento de la población controla el 80 por ciento de la riqueza. Estas desigualdades siguen aumentando, lo que agrava la vulnerabilidad. (IFRCRCS, 1994).

En México existen 18 millones de habitantes asentados en lugares de alto riesgo antes los eventos de inundación. Además, el 25% de la población total tiene por lo menos un grado de vulnerabilidad (Magaña, et al, 2002). Los estudios de la vulnerabilidad sustentan que los desastres naturales son causa importante en el déficit de los niveles de desarrollo o manifestación de inadecuados estilos de desarrollo que pueden expresarse en términos ambientales, sociales, económicos e incluso políticos (Mansilla, 2006). El término “vulnerabilidad” tiene una larga tradición en el campo del análisis de riesgos naturales, generalmente empleado como acepción de la evaluación de un posible evento catastrófico, y como expresión de los daños potenciales a la sociedad, con énfasis en pérdidas de bienes y vidas humanas (Calvo, et al 1997).

La actividad humana y los medios de subsistencia llevan a la población a establecerse en áreas rurales y urbanas propensas a inundaciones, aumentando el número de personas vulnerables por la falta de lugares alternativos. De modo que, la vulnerabilidad socio-ambiental de la población en áreas de riesgo a las inundaciones es resultado de factores naturales y, sobre todo, antrópicos, cuyo riesgo varía según los diferentes grupos de personas.

De acuerdo con los patrones de vulnerabilidad generados por factores socioeconómicos, los desastres ocasionados por las inundaciones ejercen un impacto variable sobre la población. Los grupos vulnerables a una amenaza tienen pocas probabilidades de actuar contra el proceso que ha generado su vulnerabilidad y, después del impacto de una amenaza, son más vulnerables a riesgos similares o de otra índole (Montoya, et al., 2008). Una inadecuada planificación, legislación y normativa en los actuales y nuevos desarrollos urbanos agravan el nivel de vulnerabilidad.

Por ejemplo en Tanga (Zambia), es que después de un desastre se les niega a las viudas el derecho de posesión de lo que quedó de su hogar (Charveriat, 2000), empujando los hogares encabezados por mujeres a una mayor vulnerabilidad y el colapso del hogar.

3.7.2. Relación entre el daño de la inundación y la vulnerabilidad

El daño potencial de un área específica representa la máxima cantidad posible de daño que puede ocurrir si el área se inunda. En estos aspectos el análisis de vulnerabilidad debe ser considerada para estimar la proporción del daño potencial que finalmente se materialice, es decir, para determinar los daños esperados. En algunos análisis de vulnerabilidad, para agilizar la estimación de daños post inundación, por parte de expertos con dominio de la evaluación post desastre utilizan un método de carácter porcentual expresando una escala entre 0 (ninguna pérdida en absoluto) y 1 (pérdida total) con el fin de cuantificar el posible daño esperado para varias categorías de elementos de riesgo. Bajo este método el indicador de vulnerabilidad más importante para la estimación de daños por inundación es el indicador de exposición (Glade, 2003).

En apoyo a términos utilizados previamente, peligro es un evento amenazante, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino dentro de un período de tiempo y área determinada. La vulnerabilidad es "Grado de pérdida (de 0% a 100%) como resultado de un fenómeno potencialmente dañino, estas referencias indican que el riesgo es fundamentalmente una combinación de peligro y la vulnerabilidad. Con el fin de combinar matemáticamente amenaza y la vulnerabilidad para cuantificar el riesgo como esperanza matemática, la descripción cuantitativa de los peligros y la vulnerabilidad son necesarios (Kelman 2005).

Según datos del gobierno de Taipei al realizar encuestas la población siempre oculta información de sus bienes antes y después de un desastre, (Ministry, 2000).

Otra razón es que las personas tienen diferente percepción de los valores de los activos de sus daños sobre todo para las cosas tales como obras de arte o artículos memorables. (Shaw et al., 2004). Claro está la problemática de inseguridad que en todo el mundo se presenta complicando la propia elaboración de encuestas cuando se evalúan el grado de vulnerabilidad de una población ante cualquier desastre.

3.8. Evaluación Socioeconómica del Desastre

3.8.1. Experiencias y justificación

Debido a las consecuencias de la civilización actual y del cambio climático, los nuevos problemas de los riesgos naturales y antrópicos han transformado el contexto social e intelectual del trabajo científico, y a la vez, han conducido, a una continua discusión acerca de su significado, propuestas y estrategias de solución en todas las disciplinas, con teorías, perspectivas y visiones, que tratan acerca del ambiente, por lo que es justificable la búsqueda en la precisión de la magnitud de los riesgos y su efecto económico (Tancredi, 2005). En la Cumbre Mundial de Desarrollo Sustentable (WSSD) surgió el Plan de Implementación de Johannesburgo, donde se establece que en el manejo de los desastres naturales debe realizarse un análisis detallado de los efectos de las inundaciones (Antequera, 2007).

Las causas de los problemas sociales pueden ser comprendidas y, por lo tanto, los riesgos pueden conocerse y prevenirse. Los que han sufrido inundaciones, no sólo fueron peones del destino fortuito, sino víctimas del derecho civil del país que facilita, e incluso hace rentable, desde el punto de vista económico, la condición de ser víctima de un riesgo por la operación de las responsabilidades públicas y civiles. La omisión o negligencia de asumir tales responsabilidades, deja enormes cantidades de dólares a las víctimas, como resultado de indemnizaciones (Aguirre et al., 2006).

En este sentido las zonas marginales, las condiciones socioeconómicas son determinantes en los efectos de un desastre por inundación, afectando en mayor medida a grupos de población vulnerables por carecer de recursos económicos y sociales, que se ven más afectados por los proyectos contruidos en el nombre del desarrollo (APFM, 2004; IPCC, 2007). A la inversa, la gente con más recursos económicos tiene mayor posibilidad para recuperarse y cuenta con redes de apoyo social más ventajosas, debido a su condición económica. Por ejemplo, el estado de Florida (Estados unidos) cuenta con una fundación sobre catástrofes por huracanes con capacidad financiera de 5 millones de Dólares (Dehays, 2002).

En México, la obtención de recursos para atender eventos de desastres se logra emitiendo una declaratoria de emergencia, ò comprobando la insuficiencia financiera e integrando comités de evaluación de daños (Granados, et al., 2008). Además, la asignación de recursos para mitigar o eliminar la problemáticas de inundación está sujeta a rigurosos estudios de carácter socioeconómico, donde se cuantifican los costos por efectos directos, mientras que son escasamente considerados los efectos indirectos e intangibles, entre ellos la pérdida de vidas humanas (CNA, 2010). Al respecto se han desarrollado y aplicado estrategias de análisis socioeconómico para mitigar los efectos de inundación y, sobre todo, evitar la pérdida de vidas humanas, tales como: la prevención, evacuación y mitigación ante desastres, el contexto de los riesgos, las teorías sociales sobre riesgo, la amplificación social de los riesgos, concepto y estudio de las amenazas, la vulnerabilidad social y ambiental. A pesar de todos estos intentos, aún existe cierta frustración por la falta de un desarrollo teórico y metodológico para determinar los factores que agudizan la vulnerabilidad de los elementos y sistemas territoriales frente a los riesgos dejando a un lado los efectos indirectos e intangibles que genera un desastre (Horcajada, et al., 2001).

La valoración de las consecuencias por inundaciones es necesaria para la toma de decisiones en una evaluación de costo-beneficio de las inversiones, un análisis del riesgo constituye un componente esencial de la evaluación.

Por lo tanto existe la necesidad en la medida de lo posible diseñar una métrica común para todas las consecuencias de las inundaciones, lo que constituye un importante desafío y de decisiones difíciles en los diferentes órdenes de gobierno (CNA, 2010).

3.8.2. Estado del arte de los estudios socioeconómicos

Un nuevo paradigma para la gestión de riesgos de inundaciones incluye específicamente el análisis económico de costos y beneficios de la protección contra las inundaciones y de las medidas de mitigación en el contexto del análisis de riesgos (Schanze et al., 2004). Por lo general, hay en la estimación previa de daños, dos partes integrantes en el actual estado del arte de un análisis socioeconómico ante inundaciones y sus daños.

La inundación se representa por medio de indicadores de exposición, parámetros de inundación como área de encharcamiento, profundidad, velocidad y la duración del agua y esto es el primer paso para el análisis de los daños por inundación. En segundo lugar, es necesario estimar el daño esperado de todos los bienes valiosos situados en la zona en peligro de extinción, es decir, el potencial de daño (Ortegón et al., 2005). Estos criterios sólo consideran los efectos directos que el agua presenta, dejando a un lado la parte social en la estimación d daños.

La variedad de métodos abarca desde la definición de las llanuras de inundación mediante curvas de nivel fijo para uno o varios escenarios (Ebenhöh et al., 1997; Klaus y Schmidtke, 1990), cálculo de los niveles de agua de las inundaciones con una frecuencia dada (MURL, 2000) o una dinámica inundaciones, que también involucre el tránsito de avenida en embalses ò velocidad del flujo con arrastre de azolve (Aparicio, 1994). En las últimas décadas, diferentes métodos han surgido, para la estimación de daños de acuerdo con su escala y objetivo, ya que varían según el tipo de inundación. Estos métodos se pueden dividir en tres categorías: macro, meso y micro escala de análisis (Gewalt et al., 1996).

3.8.2.1. Análisis de macroescala

Este método se refiere al cálculo de los daños potenciales a nivel municipal metropolitano o estatal (IPCC-A, 2014). Las principales fuentes de datos para esta evaluación son las estadísticas oficiales de los consejos de población tal como el número de habitantes valor percapita o algunos activos fijos. Este procedimiento genera datos con un grado de exactitud bajo. Además, la distribución espacial de los daños potenciales en los municipios detectada no es distinguida, dado que supone una distribución equitativa de objetos de un solo valor en toda la superficie. Sin embargo, si el objetivo del estudio es sólo para estimar el nivel aproximado de los daños relacionados con el aumento del nivel del mar, podría ser razonable aplicar un enfoque macro (Ebenhöh et al., 1997; Behnen, 2000).

3.8.2.2. Análisis de meso-escala

En este método el potencial de daño se deriva de los datos oficiales al igual que en el enfoque macro-escala, los datos sobre los objetos de valor se derivan de las estadísticas oficiales a nivel municipal. Sin embargo, a fin de permitir una localización más realista de los objetos de valor dentro de los municipios, cada una de las categorías para los objetos de valor se asigna a una o más categorías correspondientes uso de la tierra. Por ejemplo, el capital residencial se asigna a las áreas residenciales, activos fijos y existencias del sector de fabricación se asignan a áreas industriales y el ganado se le asigna en pastizales. Este enfoque permite una diferenciación entre las zonas de concentración de alto valor, como las zonas urbanas y especialmente los centros urbanos, por un lado, y las zonas con potencial de daño muy bajo, como tierras agrícolas o bosques, u otra.

3.8.2.3. Análisis de micro-escala

La potencialidad de este enfoque en los daños y perjuicios esperados post inundación son evaluados a nivel de objeto, es decir, son distinguidos los objetos de valor único con categorías específicas, por ejemplo las propiedades residenciales o no residenciales, nivel de piso material de la vivienda etc. Existen dos enfoques diferentes dentro de micro escala. Aquí se caracteriza más el objeto en estudio, como el caso de las edificaciones se considera características de construcción, como, la edad, diseño y el tipo de uso. Este criterio permite detectar ya sea por individuo, hogar o manzana la mayor tipología de daños postdesastre. Al igual que en los análisis a meso escala, la parte dañada de los objetos de valor en riesgo se calcula de acuerdo con las funciones relativas daños profundidad (Reese et al., 2003).

Un enfoque diferente de micro-escala fue desarrollado por el Centro de Investigación de Riesgo de Inundación en el Reino Unido (Penning et al., 2003). Este método no se refiere al valor total de los objetos, es decir, no se realiza un análisis potencial de daño. En su lugar, se utilizan las funciones de daño absoluto en función de la profundidad.

Las principales diferencias entre los tres enfoques micro, meso y macro se refieren a la exactitud espacial del análisis de daños potenciales, diferenciando categorías de uso de suelo y funciones de daños utilizadas. Estos tres enfoques se centran principalmente en la estimación de daños directos y tangibles, lo que significa que los daños a los bienes que se pueden expresar en términos monetarios. Daños intangibles e indirectos han sido rara vez considerada hasta la fecha, debido a las dificultades metodológicas por uso de meso y macro escala. (Ebenhöh et al., 1997; Behnen, 2000).

3.8.3. Deficiencias del estado del arte actual para la estimación de daños

A pesar de que, desde una perspectiva económica, la aplicación del estado actual de los métodos de la técnica de análisis de daños por inundación es un claro progreso, algunos autores algunos difieren de estas metodologías bajo el siguiente sustento: Los métodos de

evaluación de daños indirectos e intangibles, aunque no para análisis de vulnerabilidad ante inundaciones, se han discutido ampliamente en:

- La literatura económica (Hanley et al., 1993, Brent, 1996), en evaluación de efectos sobre la salud (Johnson et al., 2000, Sendi et al., 2002), la pérdida de la vida (Landefeld et al., 1982) y en daños intangibles ambientales (Garrod et al., 1999).
- Mientras que los efectos indirectos referentes de pérdidas de producción y ventas en las regiones inundadas en ocasiones se consideran en los estudios de vulnerabilidad a las inundaciones por medio de la pérdida promedio de costos de valor agregado o adicionales, los efectos fuera del área de inundación suelen ser olvidados por la falta de datos empíricos (Penning et al., 2003).
- En cuanto a las relaciones de vulnerabilidad entre el daño esperado y diferentes características del sistema, los factores de vulnerabilidad se suelen utilizar o calcular para un indicador de exposición solamente.
- Con frecuencia, la profundidad de la inundación es la característica principal de las inundaciones y sólo se utiliza para estimar daños esperados por inundaciones a través de las curvas de profundidad-daño. Si bien se sabe que otras variables como la velocidad, la turbulencia, la duración de las inundaciones, así como tóxicos o carga de sedimentos pueden tener un impacto significativo en daños por inundación, estas variables por lo general se supone que guardan una fuerte correlación con la profundidad de inundación y, por tanto han sido ignoradas en análisis. Dado que las otras variables también son difíciles de medir o estimar, la profundidad de la inundación sigue siendo la principal variable para el cálculo de daños por inundaciones de hoy (Smith, 2001). Sólo unos pocos autores han tratado de incluir variables complementarias de la exposición, tales como la duración de inundación, como variables secundarias en el análisis generando curvas de profundidad-daño con variantes específicas para diferentes duraciones de inundación, (Penning et al., 2003; Chatterton, 1981).

- Los indicadores de vulnerabilidad socio-económica en un sentido más amplio, no se consideran. Factores tales como la preparación individual y pública antes de las inundaciones, la calidad de las estrategias de supervivencia durante una inundación y, en estrecha relación con esto, la percepción de riesgo de inundación en la población afectada son generalmente excluidos de los cálculos previos daños por inundación. Sin embargo, como evidencia de la inundación del río Elba en Dresde, Alemania durante el 2002, se mostró como la preparación individual ciudadana en términos de medidas técnicas, pudo reducir el daño en un rango de 5-30% en los edificios adaptados a las inundaciones de uso de más de un piso (Merz, 2004). El Centro de Investigación de Riesgo de Inundación desarrolló un enfoque para estimar el impacto de las inundaciones de alerta temprana de tiempo de espera en el daño. Un aumento en la alerta por más de dos horas en el tiempo, tiene el potencial de reducir los daños en más del 10% (Penning et al., 2003). Esto revela que los esfuerzos humanos y estrategias de afrontamiento durante el tiempo de espera de advertencia de una inundación tienen un claro impacto sobre los daños de inundación.
- Por último, pero no menos importante, cabe destacar que la evaluación final de daños por inundación no debe ser ejecutada únicamente solo sobre la base de los resultados de un análisis costo beneficio. Incluso si los nuevos métodos económicos para la estimación de los intangibles se aplican, siempre habrá una serie de intangibles que no pueden ser cuantificados económicamente, o que la sociedad no acepta en términos monetarios, entre ellos, por ejemplo, la pérdida de vidas, pérdida de objetos de valor únicas como los diarios, la pérdida de patrimonio cultural y efectos sobre la distribución de las inundaciones. Los enfoques actuales y de vanguardia de la evaluación de daños por inundación no tienen en cuenta estos efectos, si bien estudios empíricos han demostrado que las personas se lamentan por lo general por estos daños intangibles de las inundaciones (Green et al., 1994; Hagemeyer, 2005). Por lo tanto, a fin de tener en cuenta estos efectos en la evaluación de las estrategias de gestión de las inundaciones riesgo, los métodos multicriterio deben aplicarse en el contexto del análisis de daños por inundaciones y evaluación de riesgos.

Las deficiencias antes mencionadas las cuales son consideradas como un reto en la investigación de vulnerabilidad y la evaluación socioeconómica del desastre, con énfasis en la estimación de daños indirectos e intangibles. En este sentido en esta investigación se abordan nuevos aspectos y perspectivas tomando en cuenta las características del estado del arte y sus deficiencias en la evaluación socioeconómica post inundación. Tales variables serán consideradas en la elaboración de los documentos de trabajo de campo con el fin de validar la hipótesis y objetivos establecidos en este documento.

3.9. Evaluación de daños

3.9.1. Definición de daños

En términos del desastre, daño es la alteración grave de las condiciones normales de vida en un área geográfica determinada, causado por fenómenos naturales y por efectos catastróficos de la acción del hombre en forma accidental, que requiera por ello de la especial atención de los organismos del estado y de otras entidades de carácter humanitario o de servicio social. Desde una perspectiva cuantitativa el daño es la cantidad de dinero para restaurar la zona se remontan a su estado original antes del desastre (Grigg, et al., 1974). La estimación de los daños al percibir subestimación de daños por incertidumbre implica realizar estudios sociales y psicológicos (Breaden, 1973).

Esto resalta que la sentencia del daño es perjudicial, es subjetiva, y esta interpretación puede variar entre los interesados o de las escalas espaciales y temporales con que se cuentan. La pérdida es una indicación más realista de los efectos últimos, económico directo de un desastre (Kelman, 2002).

3.9.2. Vinculación desastre-vulnerabilidad-daño

Las inundaciones suelen causar daños importantes a la sociedad, especialmente cuando ocurren en regiones con densa población y alta actividades económicas. El gobierno por lo general tiene que aplicar gran presupuesto para la mitigación de daños. Las decisiones en la mitigación de desastres por lo general tiene, dependen de la estimación de los costos-beneficios que arrojan las medidas estructurales adoptadas cuando el presupuesto es limitado (CNA, 2010). El beneficio de un proyecto de mitigación de desastres se estima a partir de la diferencia de los daños y perjuicios prevista para antes y después de ese proyecto. Este proceso generalmente se conoce como con y sin proyecto (Jui-Lin et al., 2005).

En el área de los desastres naturales de gran impacto, hay gran cantidad de datos involucrados en un proceso de evaluación de daños regionales y la mayor parte de estos datos están distribuidos espacial y temporalmente. Los daños y perjuicios por los usos del suelo y los diferentes tipos de construcción no serán los mismos para eventos de inundación. La distribución espacial de la población, la intensidad de los daños, usos del suelo y tipos de edificios deben ser debidamente preservados en el proceso de evaluación de daños (Jui-Lin et al., 2005).

La falta de consenso en la definición de la vulnerabilidad social ha repercutido en análisis más descriptivos que analíticos durante la estimación de daños (Sánchez, 2009), implicando el empleo de diferentes indicadores socioeconómicos, como el nivel de renta, niveles de instrucción, tasas de paro, tasas de eventualidad en el trabajo, los cuales están relacionados con los efectos indirectos (Díaz, 2002). La perversidad de los efectos directos e indirectos por desastre, combinado con una problemática socioeconómica, favorece que la población más pobre se vea más afectada y sufra los efectos más drásticos.

Según el Banco Mundial el 25% de las crisis económicas que afectan al 40% de la población pobre de un país, proviene de contingencias monetarias inesperadas ocasionadas por los efectos de los desastres naturales (BID, 2007). En la evaluación de daños la

cuantificación económica es difícil de considerar su impacto, pues en un gran porcentaje, familias en pobreza viven y operan en la economía informal, en zonas rurales o áreas marginadas urbanas, lo que generalmente se magnifica cuando ocurre un huracán que devasta caminos e infraestructuras. Muchos efectos no son medidos, subestimando así, el monto económico que ocasiona un desastre (Montoya, et al., 2008).

La evaluación socioeconómica de un desastre por inundación implica la dificultad de agrupar muchos conceptos, criterios, divisiones y categorías, siendo complicado el cuantificar y el reducir a pesos y centavos las pérdidas de vidas humanas. En las regiones pobres con escasez de capital y afectadas por pérdidas de un desastre, se produce la paralización de la actividad económica, afectando los niveles de ingreso y empleo de la población. En muchos casos en América latina la afectación de las inundaciones repercuten en el descenso del Producto Interno Bruto (PIB), a través de la pérdida de fuentes de trabajo, los cuales regularmente son más difíciles de recuperar que una vivienda, por lo que es muy importante evaluar sus efectos indirectos en esta población vulnerable (BID, 2007).

3.9.3. Análisis y clasificación de daños

En las metodologías existentes para la valoración de las pérdidas por inundación existen amplias variaciones, sólo algunos países de América latina como México (CNA, 2010) y del continente europeo como el Reino Unido han adoptado un método estandarizado (Tucci, 2007). Este método utilizado para evaluar los efectos por daños de inundación consiste en la determinación de la curva que relaciona los perjuicios o daños y la probabilidad de recurrencia de algún evento hidrometeorológico.

Otros autores (Helweg, 1992; Boyle et al., 1998) utilizan cuatro tipos de análisis para la estimación de daños por el desastre, como: el primero, el análisis de frecuencias, el cual está en relación al pronóstico de eventos extremos, simulación de escurrimientos y modelos lluvia escurrimiento; el segundo, el análisis de peligros, enfocado a los peligros asociados a las inundaciones; el tercero, el análisis de vulnerabilidad, que estima la extensión y severidad

de los daños, así como la magnitud de las pérdidas, las cuales dependen de los factores antrópicos y ambientales; y el cuarto, el análisis de los daños, que implica el costo de remplazar o restaurar las áreas afectadas, siendo utilizado el método de correlación entre el daño estimado y las características hidrológicas y económicas en la planicie de inundación. Este último tipo de análisis, implica el cálculo de los efectos directos de los daños tangibles, referentes a las pérdidas producidas por el contacto físico del agua, como: menaje, viviendas, infraestructuras y equipamientos, vehículos, enfermedades gastrointestinales al contaminarse las fuentes de abasto de agua potable, enfermedades de la piel, costos por la implementación de operativos de rescate de damnificados, costos por asistencia social para dar ayuda a los damnificados, etc. (Ollero, 1997).

Los daños y las pérdidas por inundaciones se clasifican como directos, resultado del contacto físico del agua en una inundación con los bienes en riesgo, o indirectos, resultante de la interrupción o perturbación de las actividades sociales y económicas (CNA, 2010). Estos efectos indirectos tangibles están relacionados con las afectaciones en las actividades laborales y productivas, que indirectamente se ven afectadas. Como principales beneficios indirectos tangibles que una obra hidráulica puede ofrecer, se pueden mencionar: disminución del ausentismo laboral, reducción en los tiempos de recorrido de los automovilistas, reducción en los costos de operación y mantenimiento por el menor congestionamiento. Por su naturaleza, muchos daños intangibles son difíciles de cuantificar (Fonden, 2004; Cenapred, 2005), sin embargo, son relevantes en la toma de decisiones.

Además, muchos otros efectos intangibles no se toman en cuenta en la evaluación de proyectos, y que tiene una repercusión en las actividades humanas, como: la paralización de actividades, cortes de comunicación o energía, pérdidas económicas en el sector privado y público, afectación al comercio de diferentes escalas, gastos económicos en reparaciones, limpieza general y ayudas de emergencia, incremento del paro y retroceso de la prosperidad general, conflictos de propiedad, efectos psicológicos y sociológicos, problemáticas serias de

migración, epidemias y problemas de salud pública por expansión de contaminantes, corte del agua potable, falta de abastecimiento, aguas estancadas, pérdidas de vidas humanas, tanto directas como indirectas, etc. (Ollero, 1997; Lekuthai 2001; Booij, 2004).

Booij, (2004), ratifica tal clasificación con otro enfoque, los daños por inundación se pueden clasificar en dos categorías: daños tangibles y daños intangibles. Los daños de inundación tangibles se pueden expresar en valores monetarios y, a la vez, se pueden subdividir en dos tipos: efectos directos y efectos indirectos, los cuales, se pueden subdividir más a fondo en daños primarios y secundarios. Los intangibles, poco considerados, son principalmente los que no tienen contacto directo con el agua y su valor monetario es difícil de asignarlo.

Lekuthai et al, (2001) también describe los tipos de daños pero en cuatro categorías: Directos tangibles, daños en alimentos, vivienda y estructuras; Directos intangibles, daños en fotografías, negativos, reliquias de familia, sitios arqueológicos y pérdida de vida por ahogamiento; Indirectos-tangibles, daños por ausencia de trabajo, cambios de patrones de gasto y por último Indirectos- Intangibles, son los daños al afectar la calidad de vida a causa del estrés y los retrasos en la educación formal.

En el caso de decesos por ahogamiento Roos, (2003) caracteriza en tres casos, debido a involucrar a otra persona, por de alta velocidad del flujo y las muertes por otras causas, tales como hipotermia, ataques cardíacos, los choques, nulo rescate, etc. Algunos autores han considerado los daños tangibles indirectos como un porcentaje de los daños directos. Asimismo, un estudio (Kates, 1965) considera el 15% de los costos directos para estimar los indirectos. La valoración de daños más común es la pérdida por unidad de superficie, pero muy pocos países utilizan metodologías estandarizadas (Booij, 2004).

La valoración de daños de tipo intangible es difícil de cuantificar debido a su subjetividad. Sin embargo, es muy importante desarrollar un nuevo procedimiento para cuantificar el daño intangible en términos monetarios, ya que, no existe investigación sobre este procedimiento (Lekuthai 2001). Se requiere la creación de una aproximación

interdisciplinaria para obtener un cuadro más completo del daño de inundación total integrando teorías y metodologías de diversas ciencias.

Un concepto de la pérdida de la unidad fue adoptado para formular los modelos matemáticos para diversas categorías de pérdidas por la inundación (Dutta et al, 2006). En la consideración de la necesidad de un acoplamiento dinámico entre el modelo de la simulación de la inundación y el modelo de la valoración de la pérdida, éste último fue desarrollado como modelo de la trama con una red uniforme de rejillas cuadradas y es idéntico al modelo hidrológico. Jovel (1999), establece un tipo de daño referente a la incidencia del desastre sobre el comportamiento de las principales variables económicas, en el supuesto de que las autoridades no hicieran algún arreglo. Los efectos macroeconómicos más relevantes de un desastre son: el nivel y la tasa de crecimiento del producto interno bruto global y sectorial, el balance comercial, el nivel de endeudamiento y reservas monetarias, las finanzas públicas y la inversión bruta. (CEPAL, 2003).

Otros casos de daños indirectos son la pérdida de tiempo y ganancias debido a las interrupciones del tráfico, perturbación de los mercados después de las inundaciones (por ejemplo, precios más altos para los alimentos o disminución de los precios de los bienes raíces cerca de las llanuras de inundación), reducción de la productividad con la consecuencia de la disminución de la competitividad de determinados sectores económicos o regiones y los inconvenientes relacionados con la reducción de su mercado y los servicios públicos (Smith et al., 1998; Green et al., 1994).

En México, en las evaluaciones socioeconómicas los beneficios más considerados son los daños a la estructura de las viviendas y la pérdida de menaje en las viviendas (Cenapred 2005). A pesar de ello, en México las evaluaciones socioeconómicas de las obras de ingeniería, que se realizan para eliminar y mitigar los daños y riesgos hidrometeorológicos, subestiman los daños posteriores al evento de inundación. Los efectos indirectos y, sobre todo, los intangibles son escasamente considerados, limitados y mal sustentados. (Fonden 2004, CNA, 2010).

En México los organismos nacionales, como el Sistema de Prevención de Desastres, solo considera el daño de la vivienda de tipo habitacional, sin embargo, se omiten los daños producidos a otro tipo de edificaciones como edificios de instituciones de educación, hospitales, comercios, industrias entre muchos otros. En otros países como el Reino Unido, la evaluación de daños por inundación en edificaciones se clasifican según su uso en 6 sectores económicos (Merz et al, 2004): edificios de hogares privados; de infraestructura pública (estación del metro, escuelas, edificios de bomberos etc.); sector de los servicios (supermercados, restaurantes etc.), de explotación minera o sector de la construcción (carpintería, taller mecánico, herrería etc.); fábricas (industria metálica, proceso de bebidas, proceso de madera etc.) y edificios para la agricultura, la silvicultura y la horticultura.

3.9.4. Cálculo y evaluación de daños

El punto de partida para el cálculo de los daños es la elección de un escenario de inundación. En este escenario se eligen la ubicación de la violación dique y las condiciones de contorno hidráulica durante la violación. Para cada escenario se calcula el daño. Mediante la combinación de los diferentes escenarios con la probabilidad de inundaciones, los daños esperados por la siguiente función:

En donde R es el riesgo del daño esperado; S_i es el daño por escenario y P_{Fi} es la probabilidad de inundación para cada escenario.

$$R = E(S) = \sum_{i=1}^{Escenarios} S_i * P_{Fi}$$

Posteriormente ya con el escenario de inundación, se aplica un modelo hidráulico, que determina las características de la inundación tal como extensión, tirante y velocidad de manera ascendente y con relación a la probabilidad de recurrencia de evento hidrometeorológico esperado.

Con los pasos anteriores se procede a estimar los daños para el o los escenarios específicos a considerar ejemplo, edificios de viviendas (granjas, pequeñas casas, edificios de apartamentos, etc.), edificios públicos (escuelas, estadios, gimnasios, edificios municipales, las acciones de las iglesias, etc.), fábricas y edificios industriales, automóviles, maquinaria agrícola, los cultivos y en directo, y así sucesivamente (Eck et al., 1999).

Roos (2006) determina el daño por escenario el daño esperado de cada escenario por un factor $S=f(d)*S_{max}$, además propone un método para estimar la mortalidad por inundación en función de la profundidad $F(h)$. La función que se deriva es:

$$F(h) = 9.18 * 10^{-4} * e^{1.52*h} \quad f(h) \leq 1$$

h = Número de decesos.

Con base en los valores conocidos de la tasa de aumento del nivel del agua se supone que esta función debe aplicarse si el agua sube de 1 m/hora o más. La variable h es la profundidad de la inundación.

En la evaluación de impactos de los daños ocasionados por un desastre es indispensable adoptar criterios y objetivos precisos. Los principales criterios tomados como referencia son: el valor depreciado del acervo perdido, el acervo perdido a costos de reposición, incorporando elementos de mitigación de daño de dicho bien ante futuros desastres, y el valor de los daños con base al costo de reposición con las mismas características del diseño original (Mártir, 2006).

El manejo de los desastres naturales debe propiciar un análisis detallado de los daños por los efectos de las inundaciones (Antequera, 2007). Sin embargo, este análisis no se suele realizar a diferentes escalas, sobre todo, a escala intraurbana. En diferentes estudios (Conolly, 2005) se ha analizado a la escala de las Áreas Geo-Estadística Básica (AGEBS), siendo la división geográfica mínima empleada con fines estadísticos y censales por el Instituto

Nacional Geográfica y Estadística en México, pero no en el caso de análisis socioeconómico de inundaciones.

En el proceso de evaluación socioeconómica, los problemas más frecuentes son la incertidumbre causada por la carencia de datos relativos a los daños, los datos sobre costos unitarios del daño y las categorías de los mismos en cualquier clasificación. Los factores sociodemográficos (redes de apoyo familiar y social, factores psicológicos) y económicos son componentes importantes del nuevo paradigma en el estudio de los riesgos por inundación, sin embargo, existen pocos análisis específicos que contemplen esta realidad (Montoya, 2008). La cuantificación monetaria por los daños de inundación han sido altamente incierta (Booij, 2004). La incertidumbre es causada por la carencia de los datos sobre daños, así como sobre costes unitarios y otras categorías del daño, tales como el daño indirecto y el daño intangible. Por consiguiente, las relaciones entre el daño de inundación y los niveles del agua son muy inciertas.

LEKUTHAI et al, (2001) con apoyo del software MIKE 11, estableció un método de cálculo de daños, con correlación geoespacial estableciendo una malla. Tiene como característica de considerar el tiempo de inundación y su efecto en los daños. Destacando como 15 días como el tiempo del parteaguas que incrementa gravemente la productividad de la zona inundada. La función usada es:

$$ADAM = \sum_{i=1}^N \cdot \sum_{T=1}^{TT} \cdot \sum_{j=1}^4 \cdot \sum_{k=1}^{10} \left[\frac{ADL(i, T)}{100} * \frac{PC(i, j) * AREA(i)}{APE(j)} * FAD(j, k) * \frac{INCOME(k)}{365} \right]$$

Siendo las variables involucradas ADAM = daños en bahts; PC(i, j) = Porcentaje de uso de suelo por celda, AREA(i) = Área de la celda (m²); APE(j) = Promedio de área urbanizada por tipo de suelo (m²); FAD(j, k) = Porcentaje de familia por uso de suelo; INCOME(k) = Ingreso anual por familia (baht); ADL(i, T) = Nivel de daño por celda según duración del evento; N = Numero of celdas; j = Tipo de escenario, 1, 2, 3, 4 (residencial, comercial, industrial, agricultura); k = 1,2,. . . , 10 (nivel socioeconómico); T= tiempo en días; Water level (i) = Nivel del agua en la celda; Ground level (i) = Nivel del terreno en la celda;

ST (i) = Hora de inicio de la inundación ; PT (i) = Grado máximo de la inundación en la celda; FT (i) = Hora del fin de la inundación; A(i, T) = Nivel de ansiedad o gravedad por celda por intervalos de tiempo; D(i, T) = Profundidad de la inundación por intervalos de tiempo en cada celda; Max anxiety (i) = Máxima ansiedad o tensión por peligro por celda; P(i,T) = Nivel de productividad por celda, I (i,T) = Nivel de entrada o inicio por celda y por tiempo.

Una vez que los daños totales de inundación directa por este método, considera los daños indirectos de la misma forma que Kates (1965), quien analizó una serie de estudios realizados por el Cuerpo de Ingenieros del ejército de Estados Unidos para determinar el valor de los daños indirectos en función de los daños directos: 15 % para suelo residencial, 35% para comerciales, el 45% para uso industrial y 10% para la agricultura.

Penning et al., (1977) y Chatterton, (1981), consideran que la metodología de Lekuthai, es apropiada para determinar el daño no material, mediante la cuantificación de los efectos como ansiedad o percepción de peligro en términos de valor monetario. Este nuevo enfoque multidisciplinar asume que la profundidad y la duración de las inundaciones son las dos principales variables que determinan el daño de ansiedad, que es, de esta manera, al igual que daños materiales.

El Instituto de Investigación del Medio Ambiente en la Universidad Chulalongkorn en desarrolló esta metodología (1986), aplicado a las inundaciones del Plan de la Ribera Occidental, después de la inundación de 1983 en Bangkok (Tailandia), resultando que más del 80% de las personas sienten que no se ven afectados por las inundaciones de una profundidad inferior a 0,1 m. Por otra parte, más del 80% de las personas sienten que se verán enormemente afectados por las inundaciones superiores a 1.0 m. El estudio mide la ansiedad en una escala de 0 a 100 unidades, dado que no existe una escala de ansiedad estándar de referencia actualmente disponible (Lekuthai 2001).

El daño de la inundación total puede ser calculado usando la evaluación de los daños materiales e inmateriales como se mencionó anteriormente. El total de daños por inundaciones, además, se puede simular en diferentes magnitudes de inundaciones anuales.

Para determinar el daño esperado inundación anual, Penning-RowSELL y Chatterton (1977), desarrollaron una metodología que se basa en cuatro características: la relación nivel-caudal, la probabilidad de descarga, la fase de daño y la probabilidad de daño.

Las curvas de la etapa-daño, también conocida como "funciones de pérdida de inundación", (Dutta, D. 2003; Penning et al., 1977; White, 1964) se utilizan para estimar el daño de la inundación de acuerdo con la profundidad de inundación. Estas curvas se construyen generalmente para las diferentes actividades humanas y se han utilizado para la evaluación de daños por inundación (Dutta, D., 2003; Berning, et al., 2000; U.S.C.E, 1999). Hay dos enfoques típicos para la construcción de las curvas de daño para el escenario. El primero es utilizar los datos de daños por inundaciones de estudio de campo para obtener la relación de los daños por inundación a las profundidades de inundación. El segundo es la síntesis de la curva con una familia modelo hipotética que puede representar lo típico de la región.

La relación de probabilidad - descarga es la relación entre la descarga del río y el intervalo de recurrencia conocido como período de retorno. El análisis de frecuencia de inundación por ejemplo, Log-Pearson Tipo III, Gumbel y Log-Normal etc., son comúnmente aplicados, (Aparicio, 1994). Este periodo de retorno de las inundaciones esperadas es necesario para el desarrollo de la relación de probabilidad contra daño, que una zona está en riesgo a inundarse. El desarrollo de obras estructurales o no estructurales, reduce los daños denominados beneficios ya que reducen o mitigan el daño por inundación (Kuiper, 1965; Penning et al., 1977; CNA, 2010).

3.10. La vivienda

Debido a que afecta a un gran número de personas y familias, los daños por inundación en zona residencial por lo general atrae la atención para la gestión regional de peligrosidad por inundaciones. La curva de tirante-daño para el sector residencial se basa en datos socio-económicos tales como las personas por hogar, la construcción de características, estilos de vida, decoración de interiores, muebles y electrodomésticos etc. (Jui-Lin et al., 2005).

Kelman, (2002), establece que: Una residencia es una propiedad o vivienda, es decir, una estructura utilizada para los propósitos de vida. Las residencias comprenden casas y apartamentos. Los componentes y subcomponentes son necesario caracterizarlos para la evaluación del posible daño por inundación, estos son: techos, puertas, pisos, techos, paredes y ventanas. Los subcomponentes son los marcos, vidrios, bisagras y cerraduras en las puertas de madera o tableros etc. El término residencia puede abarcar objetos inanimados tales como muebles, cubiertos, juguetes, plantas y equipos denominados como menaje (Cenapred, 2005), pero no incluye los componentes animados como personas o mascotas. Los sistemas como los cables eléctricos, tuberías de agua potable, aguas residuales, los cables de teléfono, etc. si están incluidos. Vehículos y accesorios afiliados residencia, tales como piscinas exteriores, cobertizos, y los motivos en torno a una residencia también pueden ser incluidos.

En 1993, el 37 % del parque total de viviendas en América Latina y el Caribe fue juzgado por la Organización Panamericana de la Salud de proporcionar una protección no adecuada contra los desastres y las enfermedades (OPS, 2006). La inseguridad de vivienda aumenta los efectos inmediatos del desastre, pérdidas de vidas humanas, lesiones, las personas sin hogar y una infraestructura residencial ineficiente (alcantarillado, recolección de basura, agua potable, drenaje) puede prolongar o empeorar los efectos indirectos como, la salud y las condiciones económicas contribuyendo al riesgo de desastre, (Pelling, 2003).

Los impactos directos que causan daños a la infraestructura urbana son potencialmente lo más desestabilizador para la economía urbana. Este es un tema crítico en los centros urbanos con grado de envejecimiento, rápida expansión de negocios y zonas residenciales de muchas ciudades de África, Asia y América Latina. El desorden urbano y la construcción de infraestructura básica sin tener en cuenta las normas de construcción urbana básica aporta efectos indirectos e intangibles en la estimación de daños (Solway, 1994).

Con el fin de precisar mejor el límite entre verdadero daño o no sobre las residencias Kelman, (2002), estableció una clasificación sobre el daño sobre las residencias que permite conocer con más detalle el grado de vulnerabilidad y riesgo de manera particular. Iniciando con: No representa daños y por tanto no falla, aquí no hay contacto del agua con la estructura; Si hay daños pero de manera parcial, el agua solo hace contacto por el exterior y el agua se infiltra por suelo o paredes; Transición entra la falla total o no, el agua entra por ruptura de muros o por una ventana o puerta y por último las fallas estructurales; El agua entra libremente iniciando dejando en riesgo la estructura; Aquí son fallas a la estructura con daños irreparables, por ejemplo, el colapso de las paredes, se mueve la estructura, o la cimentación se socava.

Smith, (1994) señala que la velocidad del flujo sobre las viviendas es escasamente considerada en la evaluación de daños. USACE (1996) sugiere que la velocidad, la duración, los sedimentos, la frecuencia, la alerta de inundaciones, y las características de construcción son factores que influyen considerablemente en el daño a una vivienda post inundación. En ese sentido, el Centro de Investigación de Riesgo de Inundación (FHRC) del Reino Unido en Middlesex University de Londres ha realizado estudios de estimación de la vulnerabilidad sobre residencias ante inundaciones en términos monetarios. FHRC calcula curvas de daños monetarios en función de la profundidad de inundación de incremento lento. Su primera publicación importante (Penning et al., 1977) sistematizó la evaluación de los beneficios para la mitigación de las inundaciones, tanto para zonas urbanas y tierras agrícolas. El FHRC clasifica el sector residencial de la siguiente manera:

5 tipos de vivienda (vivienda unifamiliar, adosado, terraza, bungalow, y plana); 4 edades de vivienda (pre-1918, 1918-1938, 1939-1965, y después de 1965); mínimo cuatro categorías sociales, y la categoría de vivienda de "pre-fabricados", que se subdivide por la edad y clase social. Esto permitió valorar el grado de vulnerabilidad de la vivienda, considerando además el tiempo de la vivienda inundada para 0.5, 2 y 4 hrs y dos duraciones de inundación menos y más de 12 horas. Causen (2000), considera que la duración de la inundación es un valor importante mas no es un parámetro destacado, tal como si lo es el tirante y la velocidad del flujo y que ambos generan fuerzas dinámicas que afectan a la estructura de la vivienda.

Shaw, (2004); Yuan, (1980), con el fin de ser precisos en la estimación de daños describen en una base de datos de 300 registros del Gobierno de la Ciudad de Taipei una clasificación de edificaciones utilizadas como vivienda agrupadas en las siguientes categorías: Hacienda, de una sola familia, por lo general de una sola planta con amplio espacio al aire libre para las instalaciones de cría y actividades tales como un patio amplio frente para secar los granos por el sol; Villa, unifamiliar, 1-3 plantas, con frente o patio trasero de aparcamiento o para jardinería; Casa de ciudad, de una familia por edificación, sin frente o patio trasero; Apartamento (≥ 5 pisos): vivienda plurifamiliar con una familia en cada piso, por lo general no está equipado con ascensor; Apartamento (6-11pisos): vivienda plurifamiliar, equipado con ascensor; Mansión, vivienda plurifamiliar, equipada con ascensor, estacionamiento subterráneo, y las instalaciones públicas. Con lo anterior realizó el posicionamiento de cada caso geoespacialmente permitiendo ser preciso en la cuantificación de los daños. Cada uno de los temas abordados en el marco teórico permite conocer la posición de diferentes autores sobre los elementos que componen el riesgo ante inundaciones, donde cada uno de ellos es abordado en esta tesis de manera interdisciplinaria con el fin de dar cumplimiento a los objetivos e hipótesis de esta investigación.

CAPÍTULO V, EXPOSICIÓN.
Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4. Metodología

En gran mayoría, los procesos de análisis y evaluación de daños post-desastre se han caracterizado por la consideración de únicamente los efectos directos usando un enfoque cuantitativo y la profundidad del agua como principal variable dependiente. En este capítulo se desglosan tanto metodologías cuantitativas como las cualitativas, con un enfoque holístico, que al complementarse, permitieron realizar un análisis exhaustivo desde diferentes perspectivas detectando efectos indirectos e intangibles que arroja una inundación.

Aún en los métodos de carácter cualitativo para la evaluación de los daños por inundación, todo proceso de estimación de los mismos, inicia, por el estudio cuantitativo del comportamiento de las variables climáticas en este caso las precipitaciones y su relación con la parte geográfica de la zona en estudio, es decir, mediante herramientas que simulan la lluvia y el escurrimiento (Rodríguez et al., 2010) y que a su vez se pueden definir grados de inundación. En una primera parte este capítulo inicia con los criterios para la estimación de las características fisiográficas de la cuenca en estudio siendo el área, longitud y pendiente de corriente principal, posteriormente se muestran los criterios de análisis de precipitaciones tanto en la zona en estudio como en la región, con base en las estaciones meteorológicas más cercanas. Con lo anterior se describe la metodología utilizada para el desarrollo de los modelos lluvia-escurrimiento que permiten estimar variables hidráulicas como son: el gasto o caudal, la profundidad, velocidad de los escurrimientos, la susceptibilidad de la remoción de masa como azolves o cobertura vegetal y por último las planicies de inundación que se presentan en la cuenca. Así, en el apartado de análisis cuantitativo la unidad de medición fue la cuenca hidrológica, la cual, se encuentra ya urbanizada como se muestra en el capítulo de exposición. Los criterios metodológicos antes mencionados están acorde a los definidos por diferentes autores y normativas nacionales e internacionales, Aparicio, 1994; Chow, 1998; French, 1988; HEC, 2012 entre muchos otros.

Como una segunda parte tomando en cuenta las variables sociales mencionadas en el marco teórico, se describe una metodología de carácter cualitativo, que consistente en un diseño muestral de recopilación de variables sociales que reflejen la sociodemografía y su relación con la inundación esto con el fin de valorar las hipótesis y objetivos que se establecen en este documento. Esta metodología cualitativa inicia con un muestreo de carácter estratigráfico y aleatorio basado en la posición de diferentes autores y el resultado de una prueba preliminar aplicada a una microcuenca con las mismas características fisiográficas y sociodemográficas. Como siguiente fase se realizó un análisis de frecuencias de los daños recopilados en campo a un año del impacto de la tormenta tropical Alex. En esta etapa se aplica el método de ranqueo Máximo Score, el cual permitió establecer una ponderación de los daños ubicándolos geoespacialmente dentro del área de la cuenca, permitiendo así establecer los índices de daño, donde resaltan los efectos directos e intangibles. Los resultados de cada una de las fases que se ilustren en mapas serán utilizando el software Arcgis 10 y son mostrados en los diferentes capítulos de esta tesis y principalmente en el apartado de resultados.

Como última parte se explica cómo se aplica el método de análisis de factores para los datos agregados por AGEBS buscando identificar los factores que expliquen los resultados encontrados en la encuesta. Calculados los indicadores o variables, se procedió a sintetizar la información estadística y ordenar los AGEBS de acuerdo a dimensiones de salud física mental y socioeconómica a partir del análisis de Componentes Principales. Este método estadístico posibilita la obtención de una matriz con un número reducido de factores o componentes a partir de un número determinado de variables (Abascal et al., 2001). Las técnicas fueron resueltas mediante el empleo del paquete informático SPSS ver 20. El criterio seguido para determinar los componentes seleccionados fue el porcentaje explicado de la varianza de cada componente. Con el fin de obtener con mayor precisión los daños post inundación, las metodologías cuantitativa y cualitativa se desarrollaron a nivel micro-escala, donde las variables hidráulicas se calcularon a nivel microcuenca.

Con lo anterior fue posible relacionar con mayor finura las características hidráulicas de una inundación, las condiciones de uso de suelo y sobre todo las variables sociales de la población y vivienda ante los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos, con la intención de mitigar el nivel de incertidumbre en la evaluación de los daños identificando los efectos indirectos e intangibles.

4.1 Métodos cuantitativos

4.1.1. Geoformología

Este apartado describe de manera general el proceso para la determinación de las características fisiográficas con el fin de caracterizar el modelo de elevación digital. Estas son: Parteaguas, el cual se estimó como la línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa las cuencas adyacentes; posteriormente el área de la cuenca, obtenida de la proyección del parteaguas a un plano horizontal, caracterizando así el tamaño de la cuenca en km^2 ; con apoyo del método de orden de corriente se identificaron tanto la corriente principal como tributarias; por último se estimaron la longitud y pendiente de la corriente principal por el método de R. E. Horton (Aparicio, 1994). Estas características determinan la respuesta de la cuenca en cuanto al tiempo de concentración de los escurrimientos en su salida en relación a las precipitaciones presentadas en el área de interés.

4.1.2. Análisis Lluvia-escurrimiento

El análisis de lluvia que corresponde a la obtención de las curvas típicas de intensidad, duración y período de retorno I-D-TR, fueron elaboradas de acuerdo con las metodologías de Bell y Cheng Lung Chen, (Campos, 1987).

Para la elaboración de tales curvas fueron utilizados los datos de precipitación máximos diarios correspondientes a las estaciones meteorológicas de la zona en un radio de 30 km, como se muestra en figura 4.1 en el cual se consideran todas las lluvias históricas desde 1941 incluyendo las identificadas como eventos extremos. El análisis mencionado comprende resultados desde una duración de 5 a 300 minutos para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50,100 hasta 500 años como se observa en la fig. 4.2.

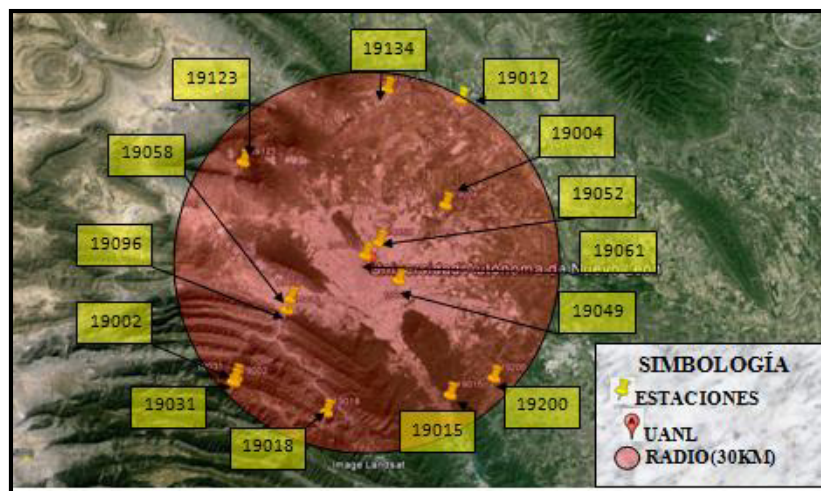


Fig. 4.1. Ubicación de Estaciones meteorológicas ubicadas en un radio de 30 Km. Fuente Propia a partir del Google Earth y con base a información del Servicio Meteorológico Nacional.

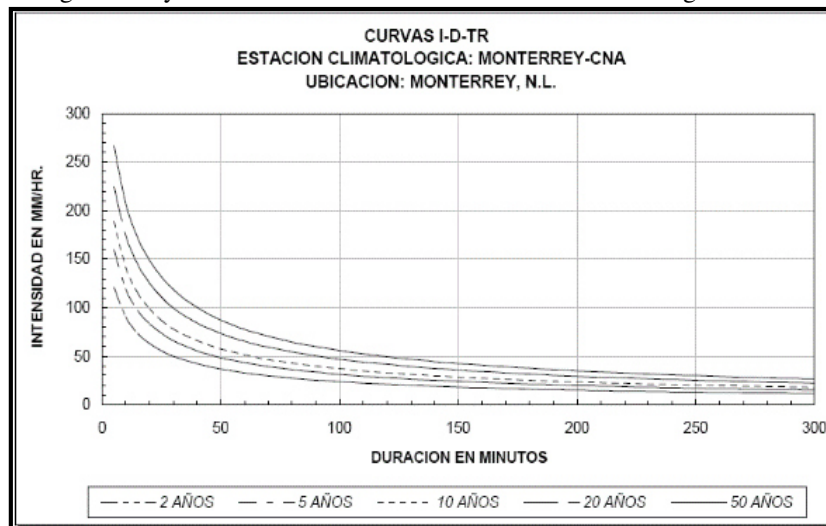


Fig. 4.2. Curvas Intensidad-Duración-Períodos de retorno para la zona en estudio, Fuente: propia realizada a partir de datos Climáticos de la Estación Monterrey.

Posterior al análisis de precipitación se procede a estimar la magnitud de los escurrimientos para las microcuencas del arroyo Topo Chico aplicando los métodos tradicionales para la estimación del caudal para diferentes periodos de retorno. Algunos de los métodos comúnmente aceptados en el medio profesional de la ingeniería son:

- a) Método Racional (SRH, 1972): el cual toma en cuenta, además del área de la cuenca, la altura o intensidad de la precipitación. Este método hace uso de un tiempo de concentración que es el tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del gasto de equilibrio; éste equivale al tiempo que tarda el agua en pasar del punto más alejado hasta la salida de la cuenca. Este tiempo depende de la longitud máxima que debe recorrer el agua hasta la salida de la cuenca y de la velocidad que adquiere dentro de la misma. La velocidad está en función de las pendientes del terreno y los cauces, y de la rugosidad de la superficie de los mismos.

La fórmula para calcularlo es:

$$Q = 0.278CiA$$

Dónde:

Q = Caudal (m³/s).

C = Coeficiente de escurrimiento.

i = Intensidad de lluvia (mm/hr).

A = Área de aportación (km²).

0.278 = Constante de corrección dimensional.

Para la obtención de la Intensidad de lluvia, se necesita obtener el tiempo de concentración máximo y para ello se utiliza la fórmula de Kirpich (Chow, 1964).

$$T_c = 0.02L^{0.77}S^{-0.385}$$

Dónde:

T_c = Tiempo de concentración en minutos.

L = Longitud del cauce principal en m.

S = Pendiente del cauce principal en m/m.

0.02 = Constante de corrección dimensional.

- b) Método de Chow: Parte de los datos de precipitación en forma de curvas I-D-TR. De esta forma, para el periodo de retorno seleccionado para el diseño, se calculan los picos correspondientes a varias duraciones y se escoge el mayor (Chow, 1964). La fórmula para calcular el gasto es:

$$Q = A * X * Y * Z$$

Dónde:

Q = Gasto Pico, en m³/s

A = Área de la Cuenca, en km²

X = Factor de Escurrimiento, en mm/hr

X = he/d

he = Altura de precipitación efectiva.

D = duración de la lluvia,

El factor de reducción de pico Z se calcula como una función del tiempo de retraso, tiempo que transcurre del centro de masa del hietograma de precipitación al pico del hidrograma y de la duración en exceso es decir la duración correspondiente a la precipitación efectiva. El tiempo de retraso obtenido para las cuencas mencionadas anteriormente, se calcula como:

$$Tr = 0.005 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.64}$$

Dónde:

Tr= tiempo de retraso (h).

L= longitud del cauce principal (m).

S= pendiente (porcentaje).

- c) Método del hidrograma unitario triangular (Sherman, 1932): corresponde al escurrimiento directo que resulta de una lluvia efectiva unitaria distribuida homogéneamente sobre la cuenca y constante sobre una unidad de tiempo. Para la obtención de la Intensidad de lluvia, se necesita obtener el tiempo de concentración máximo. Para esto utilizaremos la fórmula de Kirpich.

Para la cuenca del proyecto se obtuvo el siguiente tiempo de pico (T_p) del hidrograma:

$$T_p = \sqrt{T_c} + 0.6T_c$$

La fórmula para calcular el gasto pico (Q_p) es:

$$Q_p = \frac{0.208A}{T_p} * h_p$$

Dónde:

Q = Gasto Pico, en m^3/s .

A = Área de la Cuenca, en Km^2 .

h_p = Altura de precipitación, en mm/hr .

T_p = Tiempo pico, en hr .

4.1.3. Modelación hidráulica

Este apartado tiene como fin describir la metodología utilizada para identificar las zonas urbanas susceptibles a encharcamientos tomando en cuenta por un lado las puntos de conflicto de inundación registrados en el atlas de riesgo del 2004 y 2010 y a su vez el análisis de los principales arroyos que cruzan la zona en estudio denominada cuenca del Topo Chico, este último utilizando el software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center–River Analysis System), (Hec, 2012) de dominio público generado en el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, sus encabezados se muestran en Fig. 4.3 y 4.4. En los capítulos de exposición y peligrosidad se visualizan mapas alusivos a la zona en estudio.

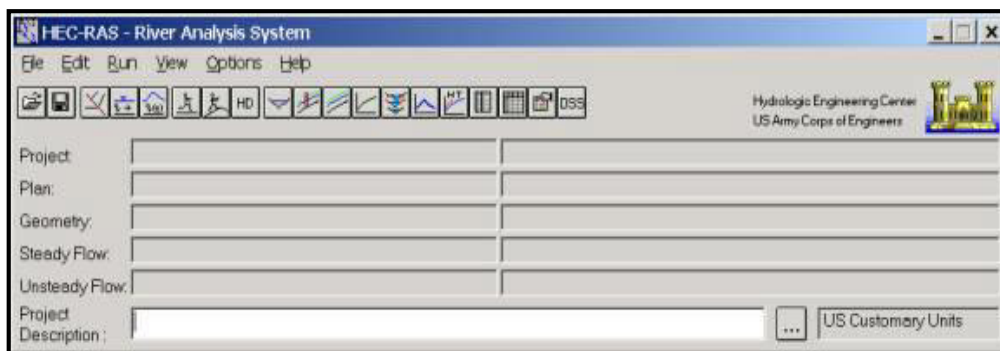


Fig. 4.3 Menú principal de Software Hec Ras Ver. 4.0.
Fuente: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

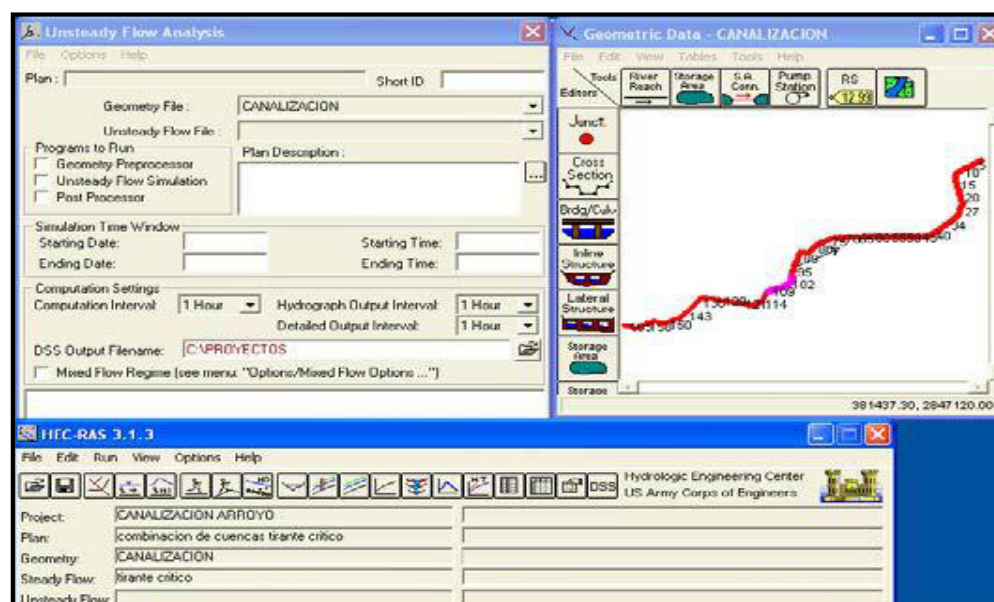


Fig. 4.4.- Ventanas con varias funciones de HEC-RAS.
Fuente: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

4.1.4. Estimación de manchas de planicies de inundación

La estimación del peligro de inundación fluvial implicó hacer el cálculo hidrológico para conocer el volumen de agua pluvial que escurrirá por los cauces de la zona en estudio asociados a diferentes periodos de retorno. Obteniendo niveles de aguas máximas extraordinarios sobre la zona urbana.

Este nivel permitió identificar en su extensión la magnitud de las planicies de inundación. En esta tesis se tomaron como base las manchas de inundación obtenidas por los diferentes Atlas de riesgo que se han elaborado históricamente 2001 y 2010 sobre el Área Metropolitana de Monterrey así como algunas zonas estudiadas en la parte alta de la cuenca en estudio, en referencia a las subcuencas denominadas Luis Echeverría y Canal del Águila para diferentes periodos de retorno como se muestra en el capítulo de peligrosidad. Estas manchas de inundación se tomarán como una sola área de máxima extensión considerando un Polígono perimetral de 300 m denominado por los sistemas de Información Geográfica (SIG) como buffer con el fin de tomar en cuenta efectos no directos que puede sufrir la población colindante a los puntos de conflicto.

El polígono en mención es dada la percepción del riesgo que percibe la población existente en la cercanía a las zonas de encharcamiento, ya que refleja efectos indirectos en relación a la accesibilidad, acceso a suministros, servicios de salud y aspectos laborales siendo estos aspectos indirectos acorde a lo que establece Kelman (1994).

4.2. Métodos cualitativos

La parte cualitativa para la determinación del riesgo es sumamente importante y es escasamente considerada en la evaluación de los daños por inundación. Para ello se realizó un análisis en donde se relacionan variables sociodemográficas con los efectos de inundación, logrando así sustentar el diseño tanto del estudio preliminar (Pretest) y la encuesta definitiva para la zona en estudio. Esta encuesta va dirigida a la identificación de los efectos indirectos e intangibles post inundación así como el detectar las nuevas dimensiones en las que se deben de abordar los análisis de daños post desastres en los diferentes niveles de riesgo ya sea de prevención adaptación o adaptación de la sociedad ante inundaciones.

4.2.1. Sociodemografía

Tal como se menciona en el capítulo de exposición, la conformación de la base de datos por analizar ante una inundación consiste en una selección de indicadores sobre las características sociodemográficas de la población y las viviendas de las localidades en la zona en estudio siendo en este caso de estudio una metodología a nivel microescala. Lo anterior es generado con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 desagregados hasta nivel de área geoestadística básica (AGEB) y manzana. Los indicadores incluidos para población incluyen aspectos como sexo, edad, fecundidad, migración, lengua indígena, discapacidad, características educativas, características económicas, a servicios de salud, situación conyugal y religión. En cuanto al tema de hogares censales la información está relacionada con el número de hogares y su población de acuerdo con la jefatura del hogar. En lo que respecta a las viviendas, se ofrece información sobre: total de viviendas y ocupantes, material de pisos, número de cuartos, servicios disponibles en la vivienda (energía eléctrica, agua entubada, sanitario, drenaje), así como los bienes con los que cuenta la misma.

Según la definición de INEGI, una AGEBS es un área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera, y sólo son asignadas al interior de las zonas urbanas que son aquellas con población mayor o igual a 2,500 habitantes y en las cabeceras municipales. En esta metodología el enfoque de micro-escala utiliza tanto los ABEB'S como puntos por encuestar que representan una vivienda o familia.

4.2.2. Diseño de encuesta

Para obtener las variables sociales afectadas por inundación, se aplicó una metodología de carácter cualitativo, consistente en un diseño muestral de recopilación de variables sociales que reflejen la sociodemografía y su relación con la inundación y poder así valorar las hipótesis y objetivos que se establecen en este documento.

Esta metodología cualitativa inicia con un muestreo de carácter estratificado y aleatorio. Para obtener las variables de carácter social, en el diseño de la encuesta se hizo énfasis a la localización espacial y temporal de los daños en apego a la tipología de los autores que refleja las tablas de tipología de daños 7.1 y 7.2. Se adecuaron y complementaron los métodos y formatos que en la actualidad utilizan dependencias tales como la Secretaría de Desarrollo Social en México, la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2010) y otras metodologías internacionales en relación a la estimación de daños post desastre, como las que utiliza el Centro de Comisión Económica para América Latina y el Caribe. El cuestionario mostrado en Anexo 1 y aplicado para la obtención de las variables sociales permitió identificar efectos directos e indirectos y consistió en la toma de muestras específicas en relación a las características de la vivienda, servicios públicos básicos, antigüedad, grado de educación, género, edad, discapacidad, empleo, niveles de agua presentados, daño a encerres, daño a vivienda y sus elementos, percepción del riesgo, problemas de salud como enfermedades de piel, gastrointestinales, ansiedad, estrés. Otros datos obtenidos son en relación a su grado de vulnerabilidad, ausentismo laboral, personas fallecidas directa o indirectamente, azolve o socavación, sistema de alerta, evacuación, entre otros. Además se incluyeron preguntas para dictaminar el grado de daño encontrado en vivienda dado el no conocimiento técnico de los encuestados.

Como medida de calibración del diseño de encuesta se realizó un Pretest de 120 preguntas en relación a la Sociodemografía, tipología de daños por inundación, mitigación, prevención, resiliencia, adaptación, movilidad y accesibilidad ante una población de 1200 viviendas tomando 290 muestras que arrojan un intervalo de confianza 95 %.

Lo anterior nos permitió: valorar la parte técnica de las inundaciones esperadas, reajustar las preguntas en alcance y tiempo, ponderar las dimensiones sociales correspondientes, establecer estrategias de seguridad para los encuestadores, ampliar la tipología de daños principalmente los indirectos e intangibles. En figura 4.5 se observan los puntos encuestados el grado de daño obtenido y rasgos de las afectaciones presentadas.



Fig. 4.5. Zona de estudio para Pretest, en microcuenca del arroyo el obispo, al poniente del Área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia.

Tomado en cuenta los resultados obtenidos en la cuenca del Pretest, así como trabajos de campo de otros autores se diseñó una encuesta que involucra variables relacionadas con las inundaciones para diferentes dimensiones sociodemográficas, en el entorno a la vivienda, salud física y mental, de percepción de riesgo y de aspectos urbanos dirigidas a la identificación y valoración de los daños indirectos e intangibles. La encuesta cuya portada se muestra en figura 4.6, consiste en un muestreo aleatorio de 882 entrevistas a la población, ubicadas dentro y en la periferia de la zona en estudio. Esta muestra es representativa con un intervalo de confianza de aproximadamente 4.32 % y un nivel de confianza del 99 % para 236,000 familias.

CAPÍTULO V, EXPOSICIÓN.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

Por otro lado como se verá en el capítulo de Exposición, se destaca que la zona en estudio cuenta con diferentes niveles socioeconómicos, tanto zonas de alto nivel de pobreza y marginación y de clase alta.

Además como condiciones orográficas muy variadas al contar con zonas montañosas y planicies dentro de la misma área, donde la pendiente es una variable importante en la estimación de daños por inundación, tal como se muestra en el capítulo de exposición.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN FACULTAD DE ARQUITECTURA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PROMEP No. 103.5/11/1047 CA-80 TÍTULO: GERONTOLOGÍA AMBIENTAL DEL ENVEJECIMIENTO VULNERABLE EN ÁREAS DE RIESGO A INUNDACIONES. RETOS DE LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS Y LA PLANIFICACIÓN GERONTOLÓGICA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO. FONDO: 10017 CONVOCATORIA CB-2010-01 No. PROYECTO: 00000000100757 ÁREA DE CONOCIMIENTO: SOCIALES Y ECONOMÍA																	
Fecha de levantamiento: Día: Mes: Año:	Folio No.:																
1.- CONTROL DEL LEVANTAMIENTO Nombre y firma del supervisor: _____ Nombre y firma del verificador: _____	2.- IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA Entidad Federativa: _____ Municipio: _____ Localidad: _____ AGEB: _____ Manzana: _____																
3.- CONTROL DE VIVIENDA Y CUESTIONARIOS 3.1.- CONSECUTIVO DE LA VIVIENDA: _____ 3.2.- NÚMERO DE HOGAR: _____ 3.3.- TOTAL DE HOGARES EN LA VIVIENDA: _____																	
4.- DIRECCIÓN DE LA VIVIENDA 4.1.- CALLE, AVENIDA, CALLEJÓN, CARRETERA O CAMINO: _____ 4.2.- NÚMERO EXTERIOR: _____ 4.3.- COLONIA, FRACCIONAMIENTO: _____																	
5.- CLASE DE VIVIENDA <table border="0"><tr><td>5.1.- CASA INDEPENDIENTE</td><td>1</td></tr><tr><td>5.2.- DEPARTAMENTO EN EDIFICIO</td><td>2</td></tr><tr><td>5.3.- VIVIENDA O CUARTO EN VECINDAD</td><td>3</td></tr><tr><td>5.4.- VIVIENDA O CUARTO DE AZOTEA</td><td>4</td></tr><tr><td>5.5.- LOCAL NO CONSTRUIDO PARA HABITACIÓN</td><td>5</td></tr><tr><td>5.6.- VIVIENDA MÓVIL</td><td>6</td></tr><tr><td>5.7.- REFUGIO</td><td>7</td></tr><tr><td>5.7.- OTROS</td><td>_____</td></tr></table>		5.1.- CASA INDEPENDIENTE	1	5.2.- DEPARTAMENTO EN EDIFICIO	2	5.3.- VIVIENDA O CUARTO EN VECINDAD	3	5.4.- VIVIENDA O CUARTO DE AZOTEA	4	5.5.- LOCAL NO CONSTRUIDO PARA HABITACIÓN	5	5.6.- VIVIENDA MÓVIL	6	5.7.- REFUGIO	7	5.7.- OTROS	_____
5.1.- CASA INDEPENDIENTE	1																
5.2.- DEPARTAMENTO EN EDIFICIO	2																
5.3.- VIVIENDA O CUARTO EN VECINDAD	3																
5.4.- VIVIENDA O CUARTO DE AZOTEA	4																
5.5.- LOCAL NO CONSTRUIDO PARA HABITACIÓN	5																
5.6.- VIVIENDA MÓVIL	6																
5.7.- REFUGIO	7																
5.7.- OTROS	_____																
6.1.- DE QUE MATERIAL ES LA MAYOR PARTE DEL TECHO DE ESTA VIVIENDA? <table border="0"><tr><td>6.1.1.- MATERIAL DE DESECHO</td><td>1</td></tr><tr><td>6.1.2.- LÁMINA DE CARTÓN</td><td>2</td></tr><tr><td>6.1.3.- LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA</td><td>3</td></tr><tr><td>6.1.4.- PALMA, TEJAMANILO O MADERA</td><td>4</td></tr><tr><td>6.1.5.- TEJA</td><td>5</td></tr><tr><td>6.1.6.- LOSA DE CONCRETO, TABIQUE, LADRILLO</td><td>6</td></tr><tr><td>6.1.7.- O TERRAZO CON VIGUERIA</td><td>7</td></tr><tr><td>6.1.7.- OTROS</td><td>_____</td></tr></table>		6.1.1.- MATERIAL DE DESECHO	1	6.1.2.- LÁMINA DE CARTÓN	2	6.1.3.- LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA	3	6.1.4.- PALMA, TEJAMANILO O MADERA	4	6.1.5.- TEJA	5	6.1.6.- LOSA DE CONCRETO, TABIQUE, LADRILLO	6	6.1.7.- O TERRAZO CON VIGUERIA	7	6.1.7.- OTROS	_____
6.1.1.- MATERIAL DE DESECHO	1																
6.1.2.- LÁMINA DE CARTÓN	2																
6.1.3.- LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA	3																
6.1.4.- PALMA, TEJAMANILO O MADERA	4																
6.1.5.- TEJA	5																
6.1.6.- LOSA DE CONCRETO, TABIQUE, LADRILLO	6																
6.1.7.- O TERRAZO CON VIGUERIA	7																
6.1.7.- OTROS	_____																

Fig. 4.6 Portada de encuesta aplicada a la zona en estudio. Fuente propia.

4.2.3. Trabajo de campo

Identificadas las características sociodemográficas sobre la zona en estudio y definidas las variables en relación a las problemáticas de inundación en el diseño de la encuesta, se estableció una metodología para abordar el trabajo de campo en la zona en estudio. Se ilustra tal zona urbana en un plano manzanero, las áreas geoestadísticas básicas (AGEBS) y las zonas susceptibles de inundación con sus buffers correspondientes, tal como se muestra en la fig. 4.7.

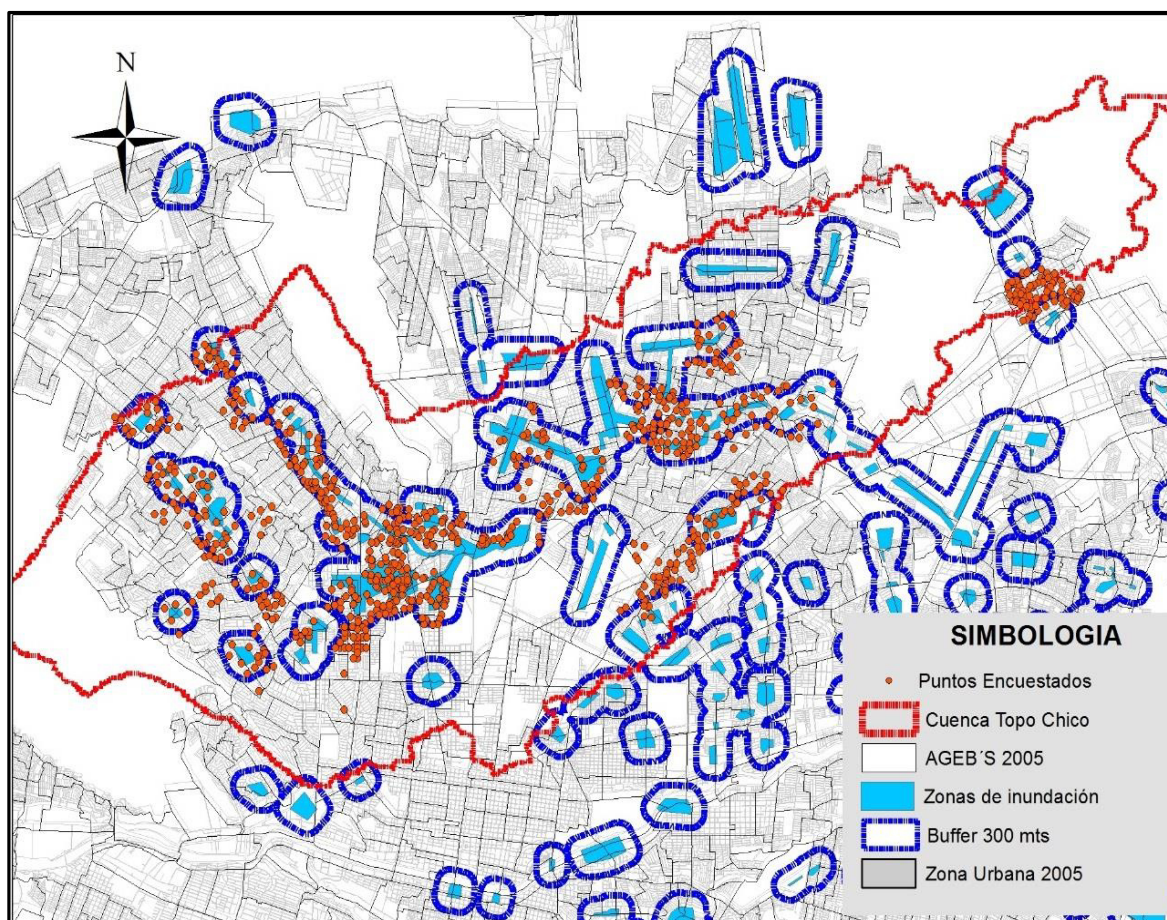


Fig. 4.7 Plano de zona en estudio ubicando los puntos encuestados. Fuente propia.

Posterior a la definición del plano que muestra la zona en estudio y los puntos específicos a evaluar, se realizó un adiestramiento del personal encuestador tomando en cuenta las diferentes problemáticas encontradas en el Pretest como se mencionan en la tabla 4.1.

<ul style="list-style-type: none">- Renuencia de los encuestados.- Condiciones climáticas adversas.- Horario inapropiado.- Duración alta de la encuesta.- Zonas de conflicto por inseguridad.- Rechazo de las familias.
--

Tabla 4.1. Principales problemáticas tomadas en cuenta en el trabajo de campo.

Posteriormente se distribuyeron los encuestadores por la zona en estudio con énfasis en las áreas inundables detectadas y en su periferia. Al final de cada turno de los encuestadores se realizó el proceso de captura de los datos recopilados y sus hallazgos, donde, después de la revisión correspondiente se generó una base de datos en Excel 2013, obteniendo 882 encuestas en 362 AGEBS con encuestas aplicadas, los cuales son de diferentes niveles socioeconómicos y con condiciones orográficas muy variadas.

4.2.4. Análisis estadístico

En apego a la base de datos generada en capítulo previo se realizó un análisis de frecuencias de los daños recopilados en campo a un año del impacto de la tormenta tropical Alex mediante el uso del Excel 2013. Lo anterior permitió contrastar los datos obtenidos con los estimados por la autoridad dos días después del embate del Huracán. Con la tipología de daños directos intangibles e indirectos y la frecuencia de los mismos, se aplicó la metodología de máximo score (Agha, 2005) que a su vez permitió realizar un ranqueo de daños, así como

el índice de daño para los efectos indirectos e intangibles. Con este índice se representó gráficamente de manera espacial con el software Arcgis para la zona en estudio el mapa de daños, tal como se muestra en el apartado de resultados.

Posteriormente se aplicó el método de análisis de factores, para los datos agregados por AGEBS buscando identificar los factores que expliquen los resultados encontrados en la encuesta. Calculados los indicadores o variables, se procedió a sintetizar la información estadística y ordenar las zonas de acuerdo con dimensiones de salud física, mental y socioeconómica, partir del Análisis de Componentes Principales.

Este método estadístico posibilitó la obtención de una matriz con un número reducido de factores o componentes a partir de un número determinado de variables (Abascal et al., 2001). Para ello, se estandarizan las variables, obteniendo la matriz de componentes principales mostrada en el capítulo de resultados. Las técnicas fueron resueltas mediante el empleo del paquete con el software SPSS 20. El criterio seguido para determinar los componentes principales correspondientes seleccionados fue el porcentaje explicado de la varianza de cada componente. Se determinaron los coeficientes de cada uno de las variables con los cinco factores detectados, como son: Afectación de salud, psicológico y socioeconómico, que se mencionarán en el apartado de resultados para su discusión.

Con el fin de obtener con mayor precisión los daños post inundación, las metodologías cuantitativa y cualitativa se desarrollaron a nivel micro-escala, donde las variables hidráulicas se calcularon a nivel microcuenca. Con lo anterior fue posible relacionar con mayor finura las características hidráulicas de una inundación, las condiciones de uso de suelo y sobre todo las variables sociales de la población y vivienda ante los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos, con la intención de mitigar el nivel de incertidumbre en la evaluación de los daños.

4.3. Enlace de Métodos cualitativo-cuantitativo

4.3.1. Sistemas de información geográfica

Para el enlace de los métodos cuantitativos y cualitativos se usó un Sistema de Información Geográfica (SIG) siendo esto una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada. Este sistema de información permitió integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada permitiendo a crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones con un enfoque holístico.

Un ejemplo de uso de capas en una aplicación SIG que se muestra en la fig. 4.8 que ilustra y permite hacer análisis simultáneos de diferentes escenarios como: la capa topográfica, curvas de nivel, AGEBS, conflicto de inundaciones, cuencas hidrológicas, escurrimientos y encuestados.

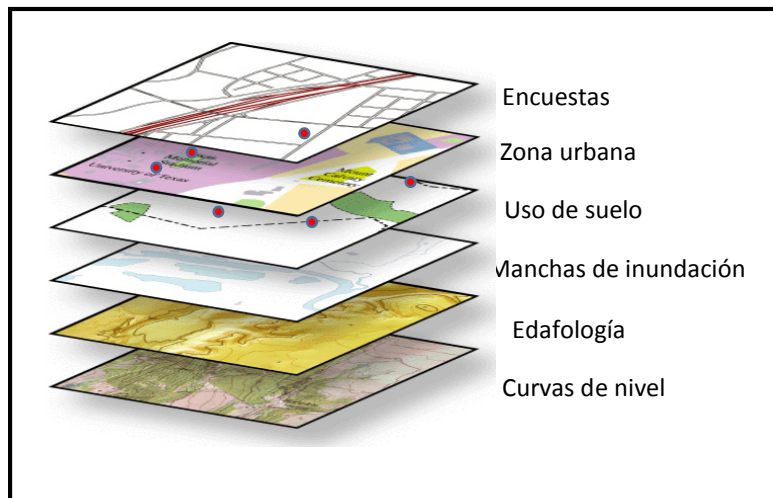


Fig. 4.8. Esquema de capas que se representan en el SIG por generar.

4.3.2. Interdisciplinariedad de metodología utilizada

La integración de los diferentes escenarios cualitativos y cuantitativos durante el análisis de daños por inundación permitieron considerar nuevas dimensiones de estudio generar una interdisciplinariedad de los diferentes conceptos del riesgo tanto sociales como ambientales, en la fig. 4.9 se ilustran los diferentes conceptos y dimensiones que metodológicamente fueron abordados, resaltando que solo los elementos de riesgo: peligro y exposición han sido tomados en cuenta únicamente y solo desde el enfoque de efectos directos durante una inundación. En esta grafica permitió vincular las diferentes perspectivas disciplinarias en relación a los desastres por inundación, generando un solo concepto socioambiental.

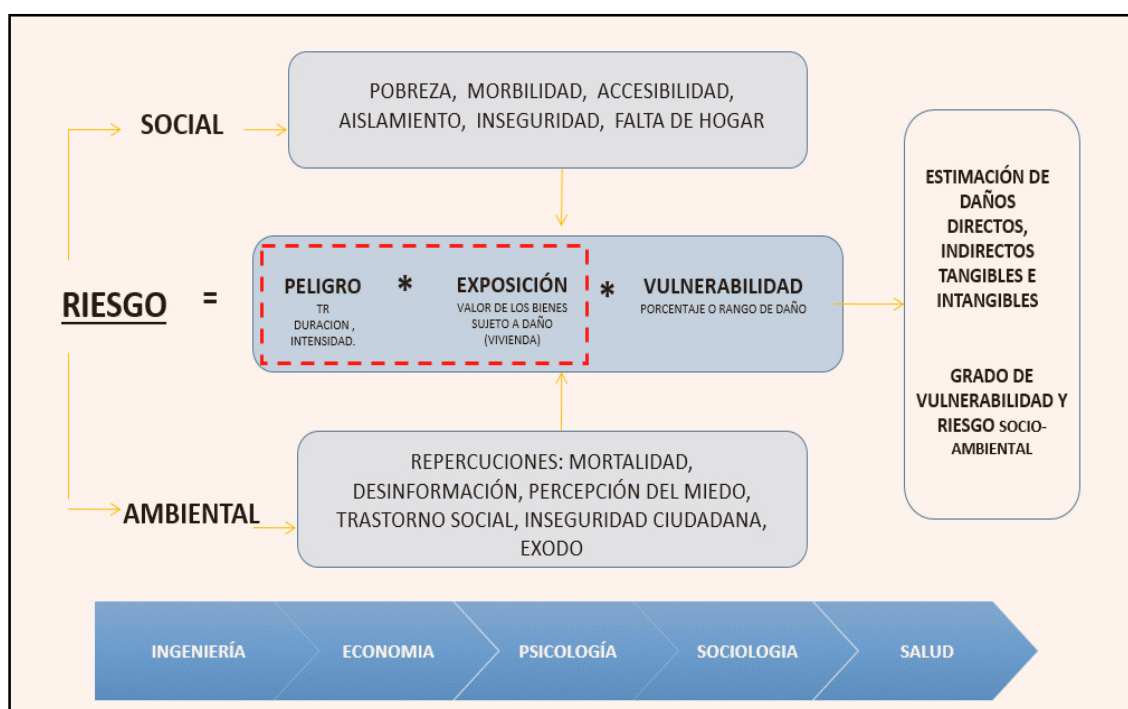


Fig. 4.9. Representación gráfica de elementos y dimensiones del riesgo ante inundaciones que se abordan en este estudio. Fuente propia.

En base a lo recopilado en la investigación bibliográfica se ratifica que este estudio seguirá una metodología cuantitativa y cualitativa, por la que la investigación de campo (encuestas), va a ser un factor muy importante en la recopilación de datos, dada la limitada información que los organismos y dependencias federales y estatales plasma en sus microdatos sociales, económicos, técnicos y de percepción en relación a la problemática por inundación. Las encuestas serán diseñadas tomando en cuenta la amplia variedad y clasificación de daños presenta este documento, para la recopilación precisa de los datos mediante la encuesta, tomando en cuenta a la información oficial existente tanto cuantitativa-técnica como cualitativa-social.

CAPÍTULO V

EXPOSICIÓN

5. Exposición

Un elemento importante en la identificación y análisis de los efectos directos, indirectos e intangibles que arroja una inundación, posterior a eventos hidrometeorológicos extremos, es la caracterización fina de la zona expuesta a tales embates climáticos. El contar con el dimensionamiento y características precisas de lo expuesto, facilita la reducción de incertidumbre al cuantificar los daños pre o post-desastre que una inundación puede generar, permitiendo a los tomadores de decisiones establecer medidas precisa de prevención, mitigación y en su caso adaptación ante los nuevos escenarios climáticos.

Partiendo de un contexto regional y local, en este capítulo se presenta el diagnóstico de la zona en estudio, siendo esta, una cuenca urbana ubicada al poniente del Área Metropolitana de Monterrey denominada “Cuenca del Arroyo Topo Chico”, la cual involucra tres municipios que históricamente han sufrido los embates de diferentes huracanes y tormentas tropicales desde su fundación. El concepto de exposición se analiza sobre la distribución espacio temporal tanto del marco físico referente a edafología, geología, fisiografía e hidrología, así como lo referente a las variables sociodemográficas de la población hasta su situación actual mediante las Áreas Geoestadísticas Básicas que desarrolló el Instituto Nacional de Geografía y Estadísticas partir del Censo del 2010.

5.1. Marco físico

5.1.1. Localización

El Estado de Nuevo León está situado en el noreste de la República Mexicana, sus colindancias son: al norte con Coahuila, Estados Unidos (Edo. de Texas); al Este con Tamaulipas, al Sur con Tamaulipas y San Luis Potosí, al Oeste con San Luis Potosí y Coahuila. Su extensión territorial es de 64,742 km² (3.3% de la superficie del país) con altitud máxima: 3,700 y mínima de 100 msnm. La capital del estado es el Municipio de Monterrey el cual forma parte del Área Metropolitana de Monterrey con otros 13 municipios, destacando que el área en estudio se ubica al poniente de tal metrópoli tal como se aprecia en figura 5.1.

El área en estudio dada su posición geográfica al ubicarse en el noreste de México, está situada entre dos provincias fisiográficas Llanura Costera del Golfo Norte y Sierra Madre Oriental, generándole una amplia variedad en características, geológicas y edafológicas (Reyes, 2003). Estas provincias se ubican en figura 5.2.

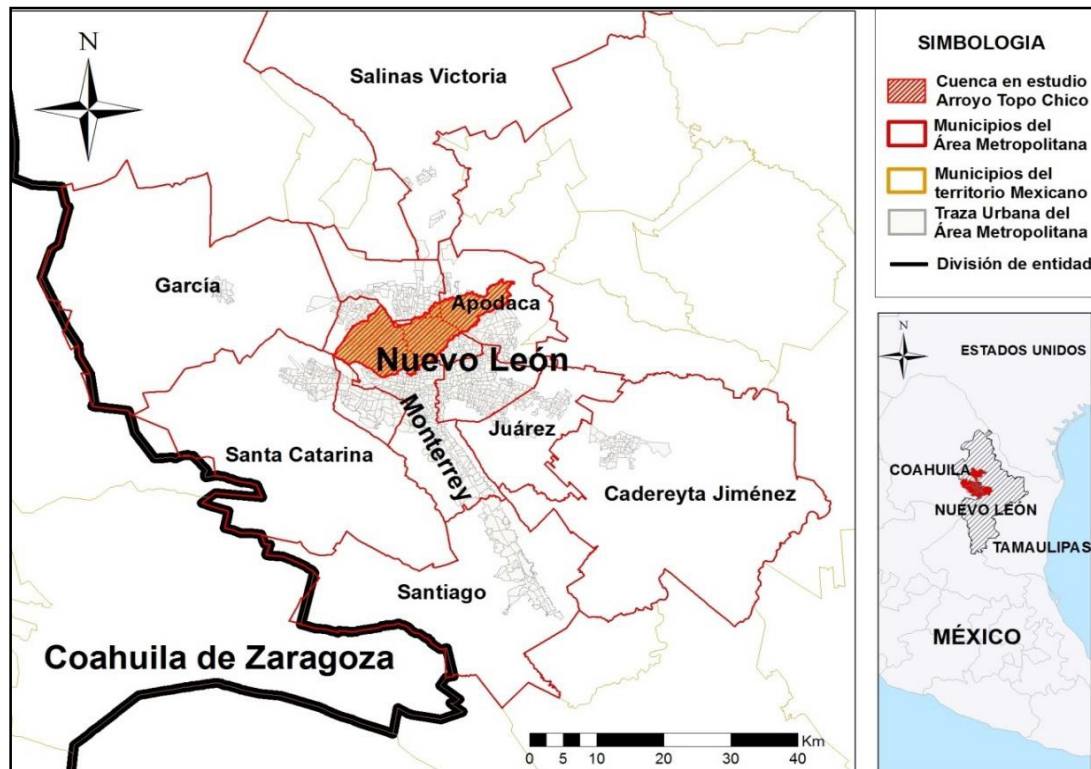


Fig. 5.1. Municipios del área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia.

5.1.2. Geología

En el Estado de Nuevo León afloran principalmente rocas sedimentarias de origen marino, depósitos clásticos y químicos de edad mesozoica. La mayor parte de las rocas que forman grandes estructuras plegadas con anticlinales y sinclinales, que caracterizan a la Sierra Madre Oriental, son del Mesozoico. Los depósitos más recientes están constituidos

por conglomerados y suelos aluviales, que pertenecen al Cuaternario, siendo este último un suelo susceptible a remoción de masa durante eventos hidrometeorológicos.

El Área Metropolitana de Monterrey, y a su vez, el área en estudio forman parte de Llanura Costera del Golfo Norte. Comprende la porción central del estado y limita con la Gran Llanura de Norteamérica y con la Sierra Madre Oriental, figura 5.2. La litografía de esta provincia está representada por rocas calcáreas localizadas en el norte de la ciudad de Monterrey. La mayor parte de los afloramientos rocosos de esta provincia está constituida por lutitas y los depósitos más recientes están constituidos por rellenos aluviales. Las estructuras características de esta zona están formadas por numerosos pliegues de pequeñas dimensiones y por abundantes fracturas y fallas de corriente horizontal. Dadas estas características litológicas no hay yacimientos de minerales metálicos y sólo se explotan los bancos de caliza, que se localizan en el norte y noroeste del área metropolitana de Monterrey, esto en los cerros El Topo Chico, San Miguel y Las Mitras. Se destaca que tales explotaciones del suelo rocoso están inmersas en el Área Metropolitana de Monterrey sumando variables de riesgo a la población colindante y que tanto la cara Sur del cerro del Topo Chico y la cara sur del cerro de las Mitras forman parte de la cuenca en estudio.

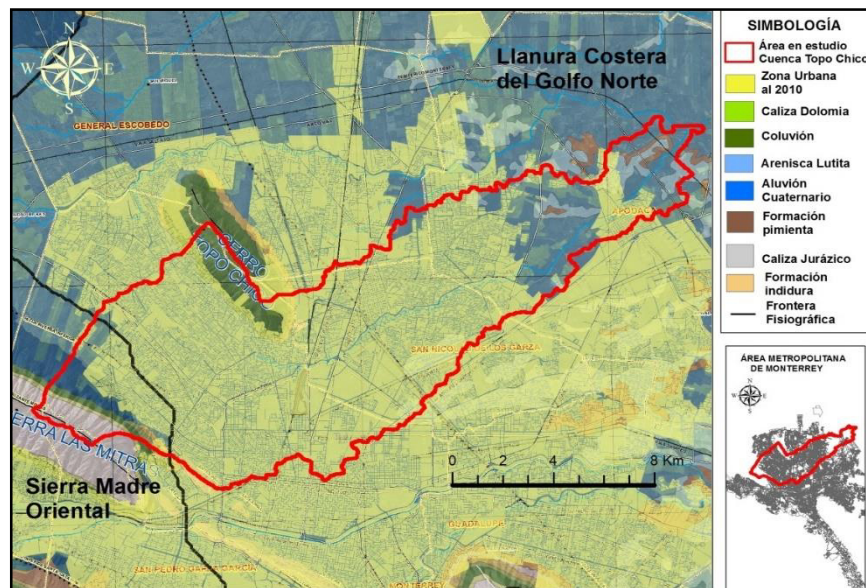


Fig. 5.2. Mapa geológico en su situación actual. Fuente propia, elaborado a partir del Atlas 2010.

La zona en estudio “Cuenca del arroyo Topo Chico” es una cuenca urbana ubicada al pie de montaña, donde en su parte alta presenta pendientes pronunciadas con cobertura vegetal prácticamente nula y como se muestra en fig. 5.2, el suelo está conformado de calizas jurásico, cretácico, coluvión y destacando la dolomía, la cual, ante escurrimientos de origen pluvial su cobertura es fácilmente desplazable, generando la remoción de masa hacia las partes bajas en donde se esperan mayores daños directos, indirectos e intangibles ante algún evento hidrometeorológico.

5.1.3. Fisiografía

Esta área de estudio se ubica en la colindancia con la Provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, conformada por una cadena de sierras alineadas con orientación NW-SE con elevaciones máximas de 2,500 msm. Dentro de las sierras más conocidas está la del Cerro de la Silla, con una elevación de 1,340 msm; la Huasteca en Santa Catarina con 1,700 msm; las Mitras con 2,000 msm; en la porción noroeste del área se localiza El Fraile con 2,400 msm. Los valles oscilan entre los 500 y 600 msm. Como se aprecia en Figura 3. El área en estudio en su parte poniente predominan las zonas montañosas en mención favoreciendo las problemáticas de inundación y sus efectos en tiempos muy cortos. El Área metropolitana de Monterrey deciente altimétricamente de manera inmediata, conduciendo todos los ríos, arroyos y escurrimientos tanto superficiales como subterráneos de oriente a poniente, tal como se muestra la figura 5.3. Sus características fisiográficas son; Área de la cuenca, $A=171 \text{ km}^2$; Longitud del cauce principal 30.3 km; Pendiente del cauce principal, $S=0.0073$ adimensional.

Respecto al área en estudio en su parte alta, colinda por el lado sur con la cara Norte del cerro de las Mitras, concentrando los escurrimientos al “Arroyo el Águila” y por el lado Norte con la cara sur del cerro Topo Chico, concentrando sus escurrimientos al “Arroyo El Tajo”. Ambos escurrimientos son divididos por lomeríos y finalmente confluyen en la parte central de la cuenca formando el “Arroyo Topo Chico” el cual será identificado en el capítulo de Peligrosidad.

El Área Metropolitana de Monterrey en su gran mayoría de su periferia está rodeada de montañas con gran pendiente por lo que en cuanto a su fisiografía lo expuesto a inundaciones es representativo a toda su extensión en la cuantificación de daños post desastre.

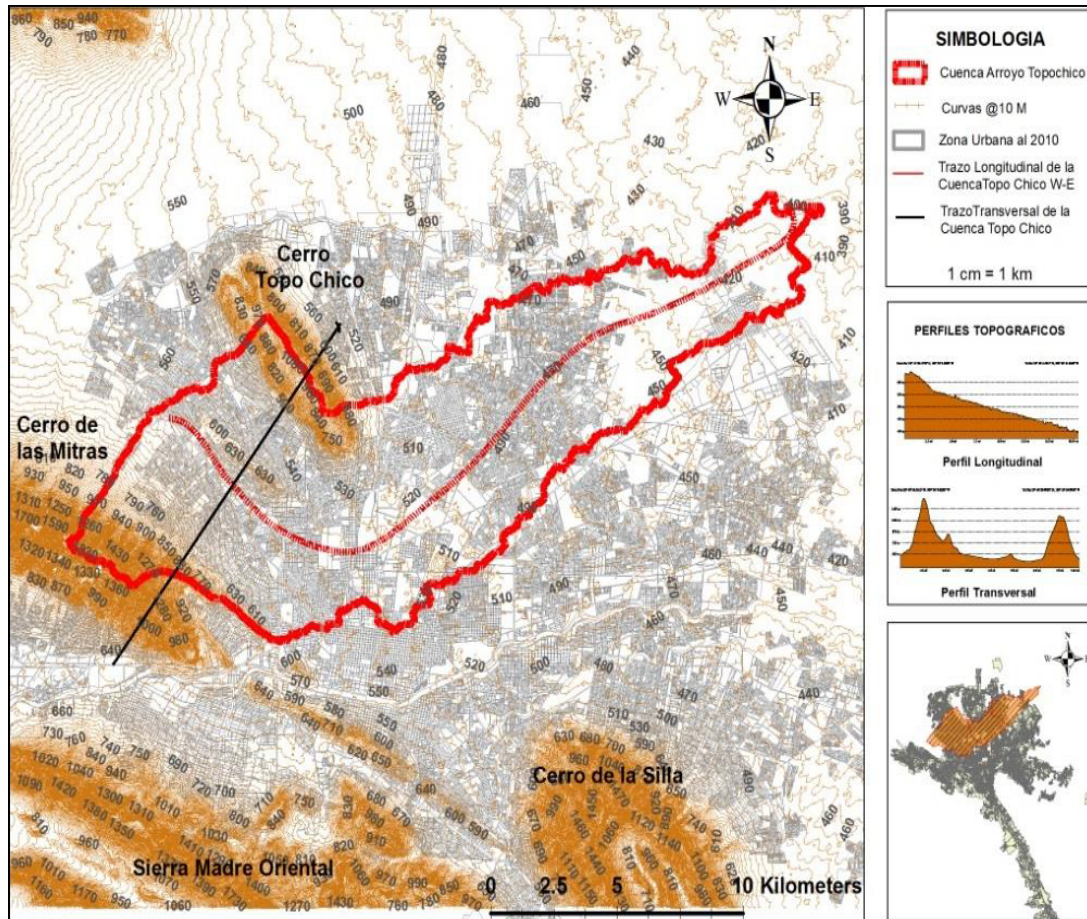


Fig. 5.3. Relieve y perfiles del Área Metropolitana de Monterrey con curvas a cada 10 m. Fuente propia, con Apoyo del Global Mapper ver 14.0

El relieve del Área Metropolitana de Monterrey, como se muestra en la figura 5.33, cuenta con pendientes topográficas del 2 al 28 % en toda su extensión, las cuales, durante un evento hidrometeorológico por lluvia favorecen las inundaciones repentinas o las conocidas como “flash flood” (Schanze, 2004) al contar con tiempos de concentración bajos.

Adicional a este efecto en las zonas montañosas del área expuesta son frecuentes los arrastres de material producto de la remoción de masa causando azolves y erosión en la zona urbana, afectando seriamente a las viviendas y a la infraestructura de servicios, como: vialidad, redes de agua potable, drenaje sanitario e instalaciones de energía eléctrica.

5.1.4. Estructural

Dentro del área de trabajo está la porción NE de la Sierra Madre Oriental en el sector conocido como “La Curvatura de Monterrey” (son principalmente los cañones de La Huasteca) y una pequeña porción localizada al NW que corresponde a las sierras transversales, así como la zona limítrofe entre las provincias Sierra Madre Oriental y Planicie costera del Golfo. La orientación predominante de los ejes estructurales es en dirección NW 62° SE aproximadamente. Se observó que hacia el norte de la Curvatura de Monterrey las estructuras están comprimidas siendo más cerradas y recostadas hacia la parte oriental muestran más simetría.

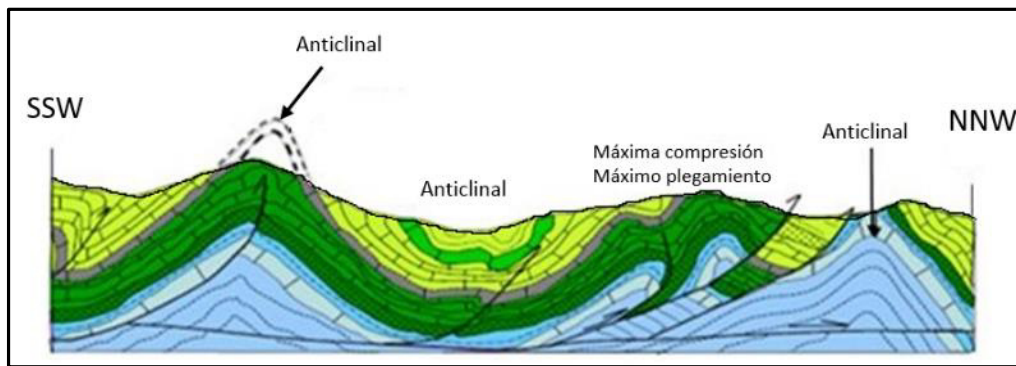


Fig. 5.4.- Perfil transversal sur-norte del Área Metropolitana de Monterrey, con referencia a fig. 5.3. Fuente: Atlas de Riesgo 2010.

La pendiente vertical de los estratos funciona como receptor del agua pluvial aportando de manera directa a los mantos freáticos, y al llegar a saturarse se presenta el afloramiento del agua subterránea en las laderas de los cerros de manera artesiana. Este fenómeno además

de generar remoción de masa incrementa el escurrimiento superficial y el grado de inundación en la zona urbano, incrementando los daños directos e indirectos.

5.1.5. Edafología

Pese a que la superficie de la cuenca se encuentra urbanizada por encima del 85 % de su extensión, aun se presentan áreas en su condición natural, que de acuerdo a la clasificación de suelos de la FAO-UNESCO (1970) modificada por ETENAL, que usa los horizontes y características de diagnóstico para la descripción de las unidades de suelo, se distingue para el área de estudio, las siguientes unidades y subunidades (INEGI, 1998). Litosol: Se distribuyen en la parte más alta de las subcuencas y se caracterizan por su profundidad menor de 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido; Regosol: Se distribuye en las partes bajas o planas de las subcuencas. Está asociado con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. En este caso se presenta la subunidad regosol calcáricos formada por materiales calcáricos; Vertisol: Se ubica en la parte media y baja de las subcuencas por donde se desarrollan los cauces principales de drenaje se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la subunidad existente es vertisol crómico; Xerosol: Se distribuye en la parte alta de las subcuencas. Tiene una capa superficial muy pobre en humus y debajo un suelo rico en arcillas, frecuentemente presentan a cierta profundidad aglomeraciones de caliche con algún grado de dureza; Luvisol: se presenta en zonas pequeñas en la zona en estudio, se caracteriza por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo; Rendzina: tiene una capa superficial abundante en materia orgánica que descansa sobre roca caliza, generalmente son suelos arcillos y poco profundos (25 cm), en su mayor parte se localizan sobre las partes altas de la sierra de la subcuenca del Arroyo Topo Chico; Feozem: se caracteriza por tener una capa superficial rica en materia orgánica, son de profundidad variable y se encuentran en cualquier tipo de relieve, las subunidades que se encuentran en la zona son feozem calcárico.

Por último Castañozem: Se ubica en la parte alta de la subcuencas del arroyo Topo Chico frecuentemente tiene más de 70 cm de profundidad, presenta una capa rica en materia orgánica con acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo.

Es importante conocer la cobertura y uso de suelo para el área en estudio, dado que, rigen la magnitud y tiempo de concentración de cada una de las variables los escurrimientos superficiales de origen pluvial, entre ellas: profundidad del agua, velocidad del flujo, duración de los niveles de los escurrimientos. Adicionalmente influyen de manera relevante ante las diferentes precipitaciones, en la cobertura de suelo ya sea socavación, erosión y azolves producto de remoción de masa. Aunque la zona en estudio está en su gran mayoría urbanizada y cuenta con suelo impermeable, es indispensable conocer las condiciones naturales del mismo ya que cada tipo de suelo tienen diferente comportamiento en presencia de agua afectando de diferente manera y magnitud a tanto, la infraestructura urbana como las viviendas en la cuantificación de daños posterior a una inundación.

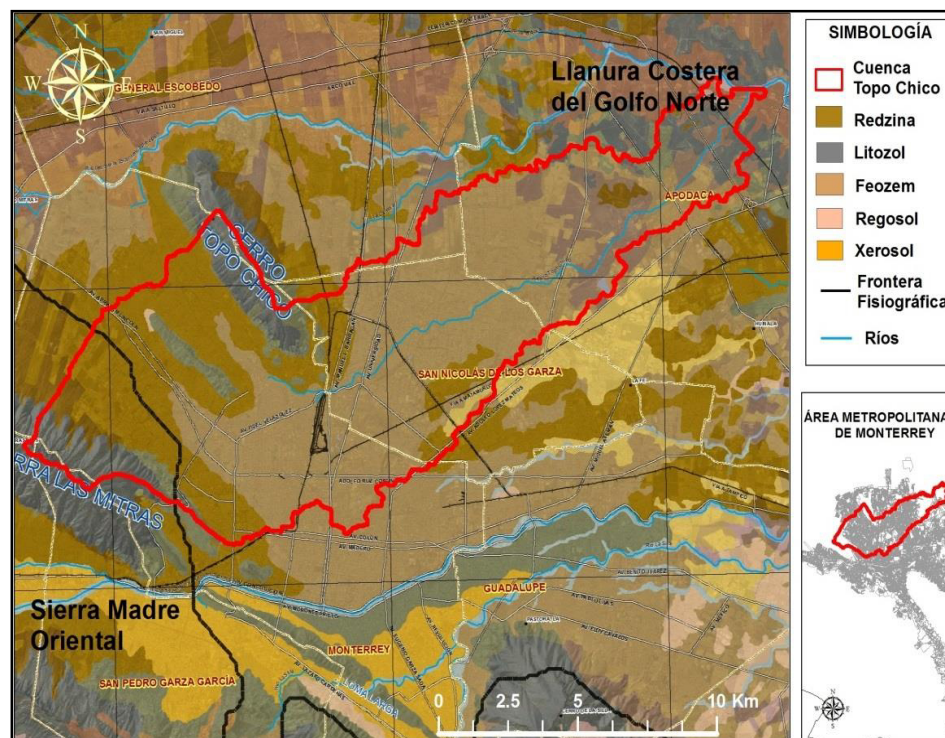


Fig. 5.5. Mapa de edafología de la zona en estudio. Fuente propia, elaborado a partir del Atlas de Riesgo 2010.

5.1.6. Hidrología

5.1.6.1. Región hidrológica

El AMM se encuentra en su totalidad dentro de la región hidrológica 24 Río Bravo-Conchos y a su vez en la cuenca del Río San Juan. Esta última incluye las cuencas de los ríos Salinas, Pesquería, Santa Catarina, San Juan poniente y Pilon. Como subcuenca del río San Juan se encuentra la del arroyo Topo Chico, siendo esta la cuenca urbana en estudio. Lo anterior se observa en fig.5.6.

5.1.6.2. Zona en estudio

El área objeto de este estudio corresponde a las subcuencas del Arroyo Topo Chico, que se ubican en la porción norte-poniente de la mancha urbana de la Zona Metropolitana de Monterrey, esta subcuenca forman parte del área de contribución del río Pesquería que se encuentra en la cuenca 24-F, río San Juan. En el interior, parte alta y poniente de la cuenca del Topo Chico están las subcuencas el “Águila” y El “Tajo”.

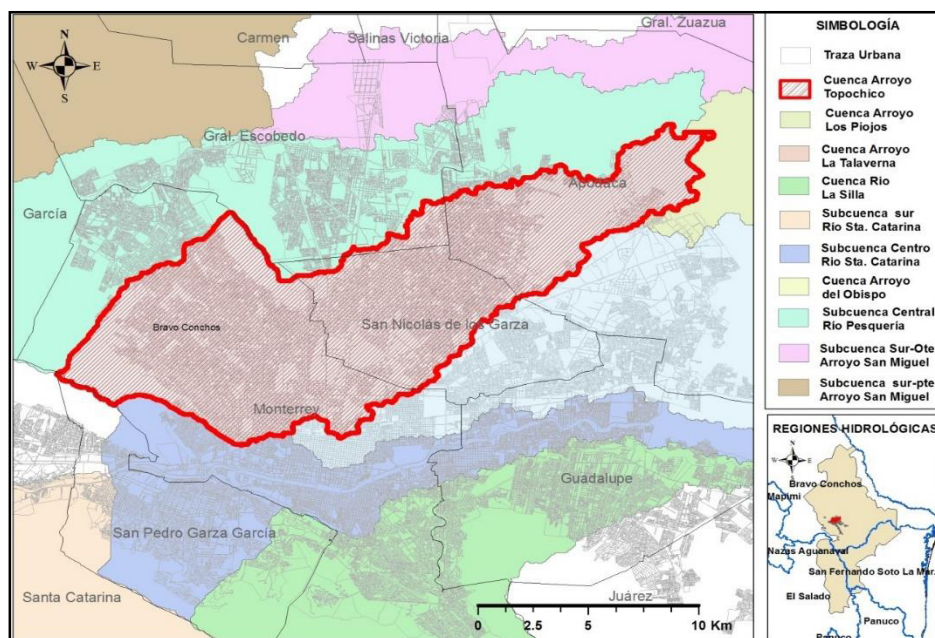


Fig. 5.6.- Mapa cuencas colindantes y en estudio. Fuente propia, elaborado a partir del Atlas de Riesgo 2010.

Las características fisiográficas de cuenca hidrológica definen la magnitud de los escurrimientos superficiales en espacio y tiempo estancia en un lugar específico en el caso de una inundación. Para esta cuenca urbana del Arroyo Topo Chico el área expuesta es de 172 Km², la longitud del cauce principal es de 30 km y pendiente del mismo promedio de 7.18 milésimas. Estas características aunadas a la cobertura de uso de suelo descrito en el apartado de geología y edafología indican que la población asentada en la cuenca en estudio está expuesta a escurrimientos repentinos o inmediatos aun para tormentas de carácter ordinario, con tiempos de concentración del agua pluvial en las partes bajas de la cuenca en minutos, imposibilitando la reacción pronta de los habitantes para salvo guardar sus vidas y patrimonio. La zona urbana está ubicada en el interior de la cuenca en estudio y por lo menos dos eventos hidrometeorológicos se presentan daños directos e indirectos sobre la infraestructura urbana.

5.2. Evolución la mancha urbana

En la ciudad de Monterrey, una de las causas más frecuentes detectadas posterior a los daños por inundación ante eventos hidrometeorológicos extremos, ha sido el desordenado crecimiento urbano, en el cual, se modifica la cobertura natural, incrementando la magnitud y variedad de daños que sufre la población cada evento pluvial. Desde su fundación esta ciudad ha sido receptora de población de diferentes lugares del país dada las condiciones económicas que ofrecen las industrias, comercios y mejores niveles de educación. El incremento de población en su crecimiento urbano ha impactado en la extensión del área metropolitana acompañado principalmente a partir de 1950.

Las inundaciones en zonas urbanas se convierten en problema cuando el hombre invade el curso de los ríos y altera la esencia natural de las llanuras de inundación. Obviamente, el interés de estos espacios radica en su potencial económico, ya que, generalmente son rentables para cualquier tipo de desarrollo desde una perspectiva estrictamente inmobiliaria (Matías, et al 2007) dejando a un lado los riesgos socio-ambientales que una inundación genera.

Desde la perspectiva urbanística se muestra en la figura 5.7 desde el año 1936 la ciudad de Monterrey se ha extendido en mayor medida. Inicia su presencia sobre el área en estudio por su lado sur llegando a ocupar al 2010 el 90 % de la superficie de la Cuenca Topo Chico. En el área de Metropolitana de Monterrey el riesgo es de carácter dinámico, pese a que su extensión urbana llegue al 100 %, las acciones que favorecen el hacinamiento y medidas como: canalizar o entubar los escurrimientos superficiales y edificación de viviendas verticales incrementan el grado de peligrosidad al presentarse volúmenes de agua pluvial de mayor magnitud y en menor tiempo de recurrencia. En diferentes épocas, el área Metropolitana de Monterrey ha sufrido daños directos e indirectos, en donde, las variables de intensidad de lluvia, altas velocidades de escurrimiento y remoción de masa que han afectado a la población durante su expansión se describen en el capítulo de peligrosidad.

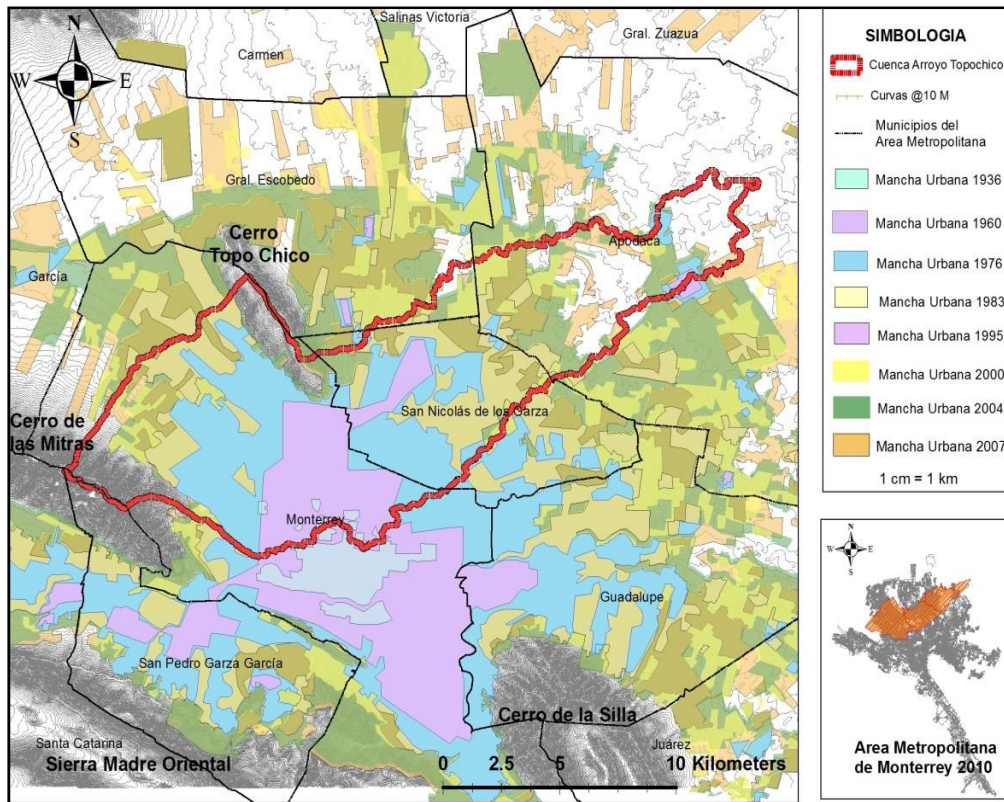


Fig. 5.7. Mapa de evolución de la zona urbana en el área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia a partir de datos históricos del Atlas de Monterrey.

5.3. Marco social

5.3.1. Características sociodemográficas

Las características sociodemográficas de los individuos expuestos a una inundación, como edad, sexo, nivel educacional, participación en la actividad económica entre otras, condicionan su conducta frente a los embates de una desastre, ya sea, previo, durante y después de haber sufrido daños directos o indirectos por un evento hidrometeorológico. Estas características o variables son extraídas para este proyecto de investigación principalmente de la base de datos nacional mexicana conocida como Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBS), que lo generó el Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática a partir de la censo del 2010. Las AGEBS son delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación y su uso del suelo permitan valorar las áreas sociodemográficas expuestas ante una inundación.

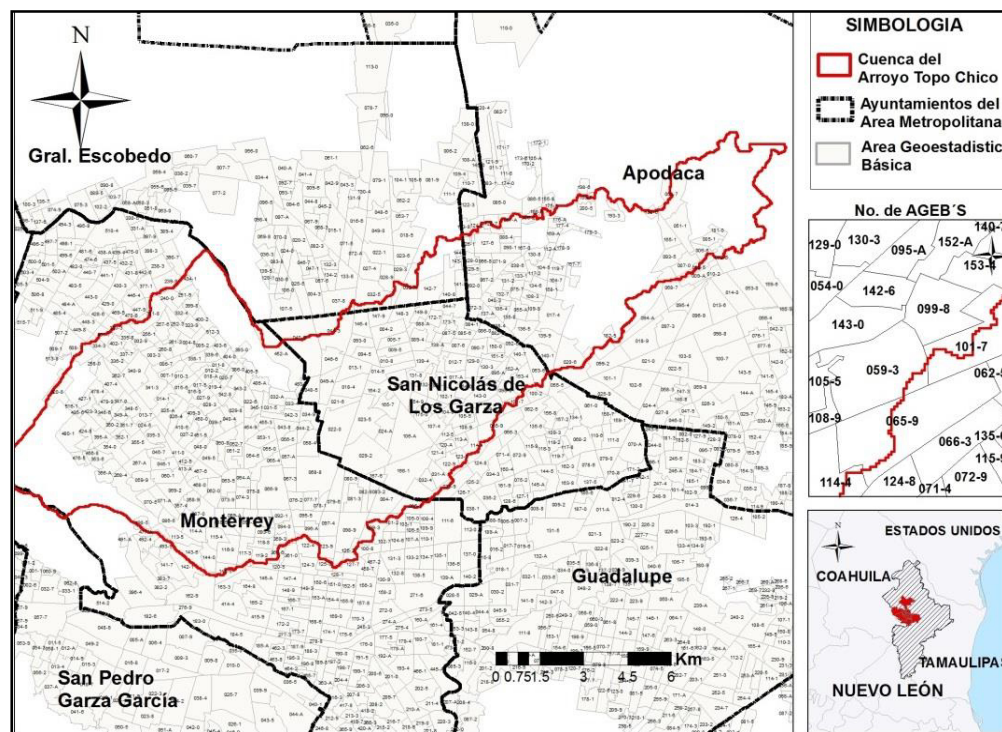


Fig. 5.8. Mapa de ubicación de Áreas geoestadísticas básicas. Fuente propia a partir de datos del INEGI.

Tabla 5.1. Zona metropolitana de Monterrey: Población, tasa de crecimiento y densidad media urbana, 1990-2010. Fuente SDS, 2004.

Municipio	Población			Tasa de crecimiento medio anual (%)		Superficie (km ²)	DMU (hab/ha)
	1990	2000	2010	1990-2000	2000-2010		
Zona metropolitana de Monterrey	2 671 715	3 381 005	4 106 054	2.4	1.9	6 794.0	109.1
Apodaca	115 913	283 497	523 370	9.4	6.1	224.7	127.3
General Escobedo	98 147	233 457	357 937	9.1	4.2	148.9	113.0
Monterrey	1 069 238	1 110 997	1 135 550	0.4	0.2	324.8	107.7
San Nicolás de los Garza	436 603	496 878	443 273	1.3	-1.1	60.2	116.5

El área en estudio de análisis y que está expuesta de manera tanto ordinaria como extraordinaria involucra principalmente tres municipios del Área Metropolitana, siendo ellos los municipios de Monterrey, San Nicolás de los Garza, Apodaca y en poca medida Escobedo. Se destaca el crecimiento habitacional al 2010 y la densidad media urbana que sobrepasa los 100 habitantes por hectárea como se ve en la tabla 5.1. Además se muestra en tabla 5.2 los rasgos demográficos generales que están expuestos en los municipios que existen en el área en estudio. Estos datos muestran algunas variables sociodemográficas que están incluidas en el diseño de la encuesta a aplicar en la zona en estudio.

Tabla 5.2. Rasgos demográficos de los tres Municipios que están dentro de la cuenca en estudio. Fuente: (CEDEM, 2010), a partir de Inegi, Conapo, datos de 2005 a 2010.

Municipio	Nivel Educativo hasta primaria y secundario, %	Grado de analfabetismo, %	Con servicio de agua potable, %	Con servicio de drenaje sanitario, %	Piso Digno, %	Población económicamente activa		Rango de Edades		
						H	M	0 - 14	15 - 64	65 +
Apodaca	61.86	5.49	97	98	98	71.39	28.61	32.26	66.44	2.3
Monterrey	54.86	5.25	94.19	95.78	98	66.06	33.94	23.07	69.24	7.69
San Nicolás de los Garza	47.9	3.53	98.88	99.35	99	66.69	33.31	21.77	72.21	6.03

5.3.2. Rasgos de pobreza y marginación

Históricamente durante los desastres naturales, las personas más vulnerables son aquellas que presentan grados de marginación o pobreza alto (Montes, 2003). Los efectos directos,

indirectos e intangibles han sido de mayor magnitud y duración dada la poca o nula resiliencia que tiene la población con mayor índice de pobreza al enfrentar una inundación (Baro, 2007; Smith, 2001). Al respecto se destaca en el área de estudio a la población con sus diferentes niveles socioeconómicos y que han estado expuestos a diferentes grados de inundación. La medición de la pobreza tiene como principales factores: Nivel educativo, nivel de ingresos, acceso a servicios de agua y drenaje, acceso a la salud entre otros.

CAPÍTULO V, EXPOSICIÓN.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

CAPÍTULO VI

PELIGROSIDAD

6. Peligrosidad

Como otro elemento relevante en la estimación de los daños directos e indirectos por inundación y su relación a la magnitud e intensidad de los mismos, se encuentra la peligrosidad. Este elemento es la primer categoría referente a las variables que se requieren para estimar los indicadores de riesgo y proporcionan la ubicación de los distintos elementos en peligro, como, su elevación, proximidad al río, la cercanía a las zonas de inundación y el periodos de retorno al que está expuesta la zona (Alexander, 1993; Heyman et al., 1991). Las variables climáticas, en relación con las inundaciones y con los elementos del peligro, son la precipitación y el escurrimiento, los cuales influyen sobre la zona en estudio y cuya frecuencia y condiciones extraordinarias han causado daños severos sobre población, dada su presencia sorpresiva y evolución rápida. Se caracterizan por daños severos y abundantes a la zona expuesta (Schanze, 2004).

Al respecto, en el desarrollo de realiza una análisis y caracterización de los diferentes elementos que definen la zona en estudio como una zona en peligrosidad. Se inicia con la descripción de las características climáticas e hidrometeorológicas en la región noreste México y del Área Metropolitana de Monterrey mencionando los diferentes elementos del peligro al cual está sujeta. Posteriormente, como primer elemento se representa la precipitación la cual es la variable primaria en los análisis hidrológicos, describiendo los tipos de lluvia, convectiva, orográfica o ciclónica que influyen en la zona en estudio en la zona en estudio. Continúa este apartado con la descripción de los escurrimientos principales y tributarios de la zona en estudio. Se refleja el peligro histórico de los fenómenos hidrometeorológicos y su recurrencia que han afectado al Área Metropolitana de Monterrey con énfasis a la zona en estudio, la cuenca del arroyo Topo Chico. La representación de los elementos de la peligrosidad es expuesta desde una perspectiva socioambiental y espacio-temporal buscando la detección y ponderación de efectos directos, indirectos e intangibles y su relación con los diferentes grados y elementos de peligrosidad.

6.1. Climatología

En México el clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Por lo anterior, el país y en especial la región noreste del territorio nacional que abarca la provincia de la Sierra Madre Oriental presenta una distribución climática muy compleja, ya que se encuentran diversos tipos de climas, siendo estos: secos extremos, semiseco, templados y semicálido. Esta variedad se debe a la marcada diferencia de altitudes en la sierra Madre Oriental ubicada al sur del Área Metropolitana de Monterrey como límite natural. Las diferencias de temperatura son ocasionadas por las cadenas montañosas que producen un efecto de condensación, que a su vez, genera lluvias intensas que se concentran en la vertiente este de la sierra (INEGI, 1986).

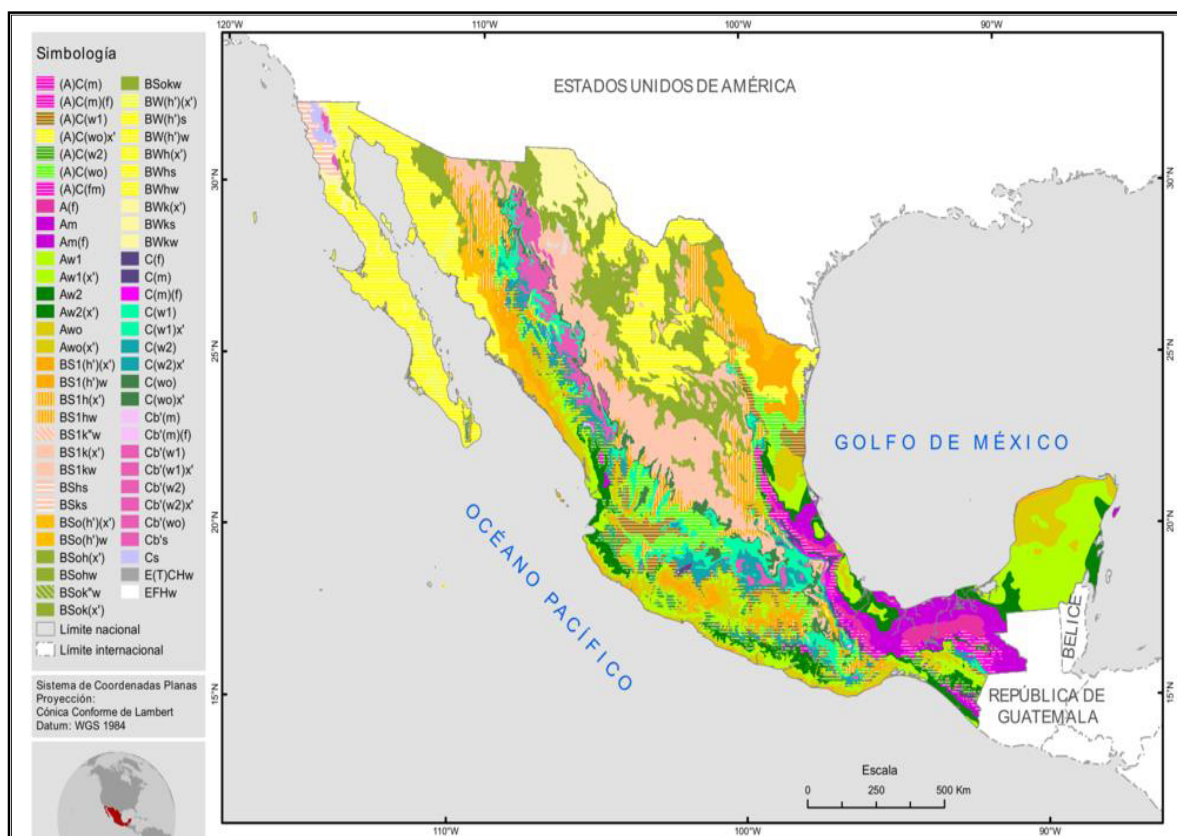


Fig. 6.1. Mapa de climas según metodología de Köpen en la República Mexicana, Fuente: García, Enriqueta, CONABIO, 1998.

Aunado a esta clasificación, se destaca en la variabilidad climática en la región noreste del País un claro aumento en la temperatura, esto a su vez ha incremento en magnitud y frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos (IPCC-A, 2014). Se ha relacionado el incremento del riesgo de inundaciones con el cambio climático, ratificando que los desastres de tipo inundación han ido en aumento no sólo por el daño reportado, sino también por la frecuencia y la intensidad de las precipitaciones (Munich, 2005). Esta variabilidad climática define la magnitud y distribución de la hidrometeorología, que abarca la precipitación y los escurrimientos de cada región del país, tal como se describe en los siguientes apartados.

6.2. Peligrosidad por precipitación

Desde la perspectiva del meteorólogo, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve o granizo (Haan, 1977). Su medición se basa en dispositivos estandarizados conocidos como pluviómetros o pluviógrafos y se representan en altura o lámina de agua ya sea milímetros o pulgadas (Raghunath, 2006). Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua en la superficie terrestre y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua. Es base para que los ingenieros, científicos y tomadores de decisiones establezcan medidas de prevención, mitigación o adaptación a los nuevos escenarios climáticos que causan inundaciones y los daños del desastre.

En el contexto de esta investigación y en relación a la precipitación como elemento de la peligrosidad es indispensable conocer su intensidad, duración, probabilidad de recurrencia y posición espacio-temporal. Además, la calidad y cantidad de datos que ofrecen las estaciones pluviométricas o pluviográfica deben cumplir parámetros de muestreo para que sean significativos en su análisis estadístico.

6.2.1. Distribución de la precipitación en el Noreste de México

La distribución de la lluvia en la República Mexicana está íntimamente ligada con la orografía del país y con los rasgos más prominentes de la circulación atmosférica en superficie y en las alturas (García, 2003), aunado a su diversidad climática, como se muestra en figura 2. Se observa que la región noreste del país cuenta con una precipitación anual de aproximada entre 600 y 700 mm en donde al compararlo con otras regiones aparenta que esta zona únicamente presenta problemáticas de agua estrictamente en relación con la sequía, sin embargo, cada año está sujeta a lluvias torrenciales de gran intensidad y poca duración generando grandes volúmenes de agua pluvial causando problemáticas serias por inundación.

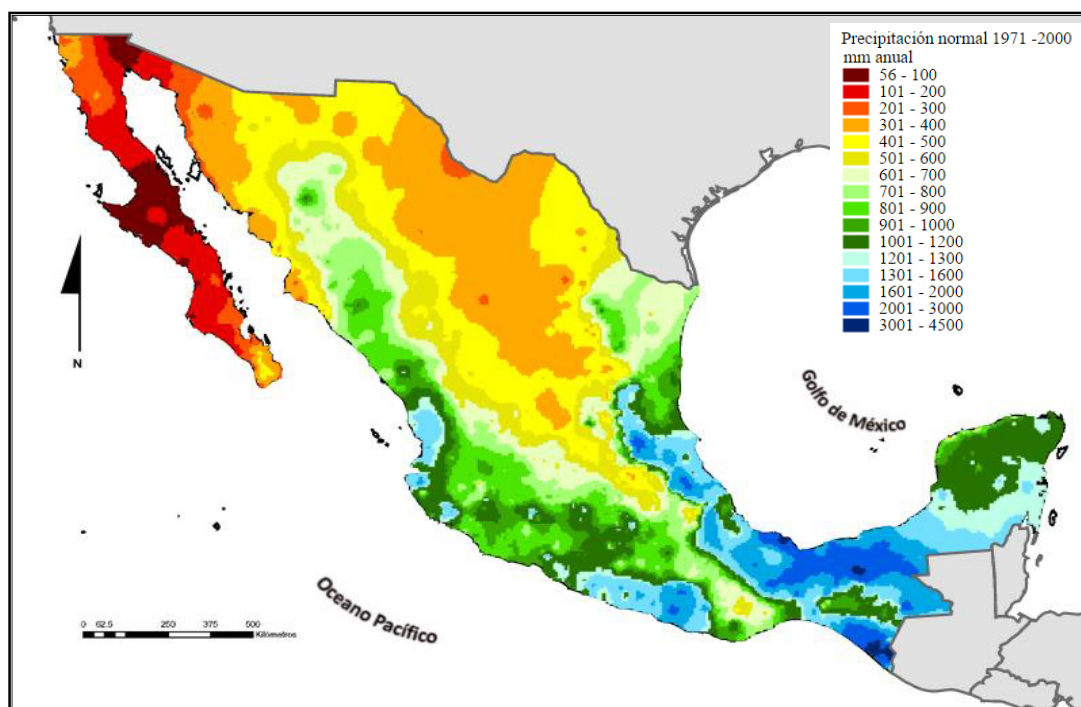


Fig. 6.2. Mapa de distribución de la precipitación pluvial anual 1971-2000, en la República Mexicana, Fuente: Conagua. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. Atlas Digital del Agua México 2012 Sistema Nacional de Información del Agua

El régimen de precipitaciones que genera escurrimientos importantes en las subcuencas del Estado de Nuevo León y en el Área Metropolitana de Monterrey se presentan con diversidad en su tipología, intensidad, duración y localización espacio-temporal. En esta

región un tipo de lluvia que se presenta es la denominada convectiva, que se caracteriza con alturas de precipitación de corta duración y gran intensidad. Esta precipitación se presenta en áreas relativamente pequeñas, que en el contexto de la zona en estudio se puede presentar en cualquier zona del AMM y principalmente ocurre entre las meses de mayo y junio. Este tipo de lluvia convectiva por su aleatoriedad espacio-temporal pone a prueba y demuestra la ineficiencia de las diferentes infraestructuras pluviales al fallar estructuralmente o presentarse continuos desbordes en las mismas y por lo tanto generar grados de peligrosidad.

Otro tipo de lluvia que se presenta en la zona en estudio es la orográfica, la cual, se genera en las zonas montañosas, las precipitaciones son de mayor periodo de tiempo y de intensidad variable, cubren mayores superficies y se presentan en diferentes épocas del año en el Área Metropolitana de Monterrey. Este tipo de lluvia dada la pendiente pronunciada de los escurrimientos asociados ya sean principales o tributarios, influyen de manera relevante en los efectos de remoción de masa generando daños directos, indirectos e intangibles a la sociedad. La velocidad los escurrimientos superficiales de origen pluvial que se genera, es tan alta que en la transición montaña a valle se presentan grandes volúmenes de azolves o erosión afectando a la infraestructura urbana, tal como, vialidades, red de servicios de agua potable, drenaje sanitario, gas, comunicaciones o instalaciones de energía eléctrica entre otra infraestructura urbana. Por último las lluvias de origen ciclónico, las cuales, afectan en la extensión total del territorio nacional, dado que, se encuentra en una región intertropical y lo hace sujeto a los embates de huracanes que se generan tanto en el océano Pacífico como en el Golfo de México y al penetrar al territorio Nacional afecta muchos estados entre ellos Nuevo León y su AMM. Los efectos de estos fenómenos son lluvias intensas que causan inundaciones tanto en las costas como en el interior del País. De los 25 ciclones que en promedio llegan anualmente a las llanuras costeras del Pacífico y del Golfo Norte y Sur, cuatro o cinco suelen ingresar al territorio causando daños severos. Este tipo de precipitación es la que ha sido de mayor magnitud y ha causado mayores daños históricamente.

En el estado de Nuevo León y principalmente en el Área Metropolitana de Monterrey desde su fundación es amplia la cantidad de eventos hidrometeorológicos que han penetrado a su territorio. Registros históricos y datos oficiales como se observa en tabla 6.1, han permitido afirmar que este tipo de precipitación ciclónica mantiene a la zona en estudio en una peligrosidad permanente. Sucesos como el huracán 6 en 1909, Beulah en 1967, Gilberto 1988, y Alex en el 2010 entre muchos otros como se muestra en figura 6.3 han sido registrados como fenómenos causantes de daños directos, indirectos e intangibles afectando seriamente a la economía correspondiente a cada época.

Este tipo de eventos hidrometeorológicos genera condiciones propicias para la ocurrencia de inundaciones, producidas por crecientes rápidas en los cauces principales que atraviesan la zona metropolitana de Monterrey, de ahí la necesidad de contar con mejores medidas para mitigar las pérdidas debido a la capacidad destructiva de las inundaciones.

Principalmente desde 1988 posterior al huracán Gilberto se han establecido diferentes medidas de prevención y de alerta temprana, lo cual ha reducido el número de decesos, sin embargo dado el crecimiento desordenado se incrementa la zona expuesta para esta peligrosidad recurrente. El Área Metropolitana de Monterrey está expuesta a una peligrosidad permanente y dados los nuevos escenarios de cambio climático, esta peligrosidad es más frecuente y con mayor intensidad en sus efectos, los daños directos, indirectos e intangibles.

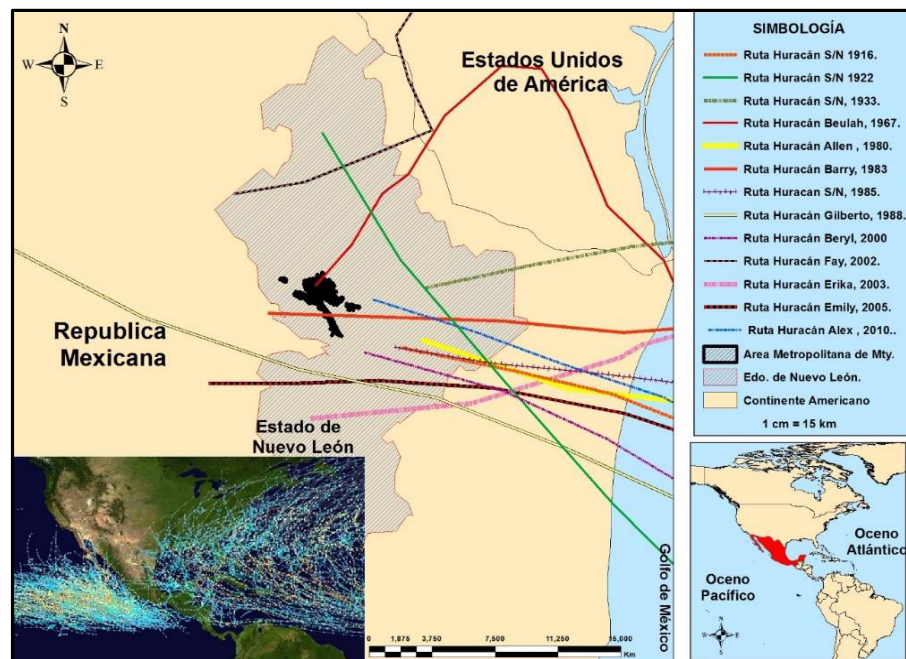


Fig. 6.3. Rutas huracanicas destacando las que han influido en el Estado de Nuevo León y el Área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia, con apoyo del NOAA, 2012.

6.2.2. Precipitaciones extremas en el AMM

Dadas las condiciones climáticas de la región, en la zona urbana del Área Metropolitana de Monterrey los eventos hidrometeorológicos que han impactado la población presentan largos periodos de sequías dado que en su gran mayoría la precipitación acumulada no sobre pasa los 800 mm. Las lluvias extremas con una magnitud mayor no son más de 10 eventos en casi 135 años como se observa en fig. 6.4. Pese a ello ha dejado una huella en los habitantes del AMM en su impacto a la infraestructura urbana y a la ciudadanía. Los cauces superficiales como ríos y arroyos que se ilustran en el capítulo de exposición, regularmente, no llevan agua en su cauce generando una percepción de riesgo bajo o nulo a los desarrollos y a la sociedad, sin embargo, cuando la precipitación como evento extremo se presenta en la parte alta de las cuencas del Área Metropolitana de Monterrey, inician los escurrimientos superficiales en una magnitud tal que buscando sus salidas naturales hacia las partes bajas causa serios daños a la población. Las lluvias se caracterizan como torrenciales de altas intensidades y duración máxima de días u horas, seguido por altas temporadas de sequías.

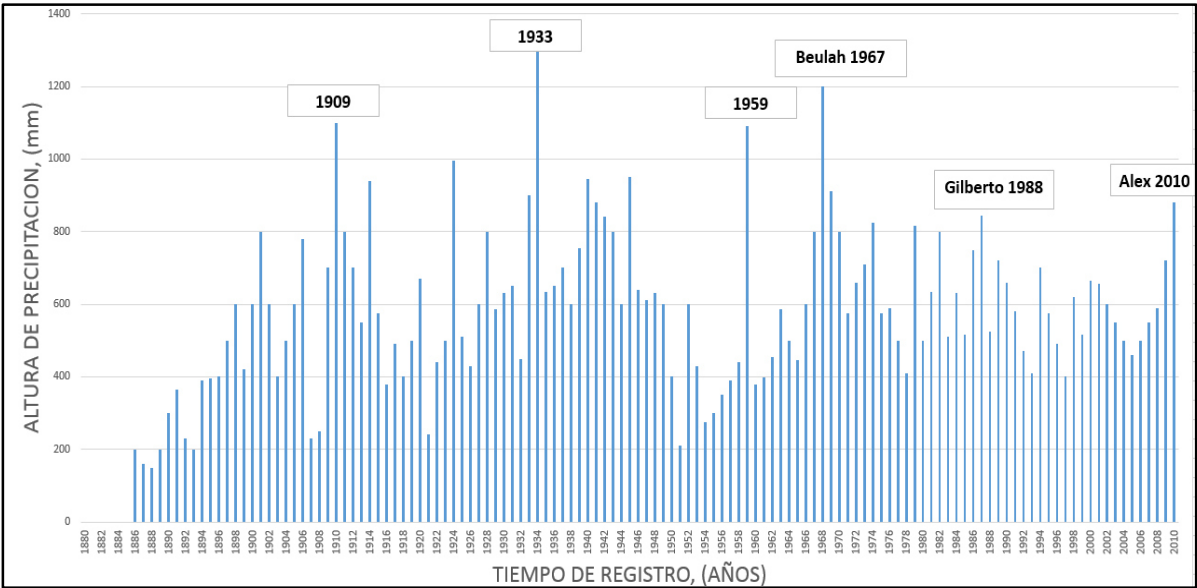


Fig. 6.4. Registro de precipitación máxima anual histórica registrada en el AMM, Fuente González, (1973), complementada con datos de la Servicio Meteorológico Nacional.

Históricamente el área Metropolitana ha sido afectada por diferentes inundaciones desde su origen como se muestra en tabla 6.1. Destaca la relación estrecha de los peligros hidrometeorológicos con la zona urbana expuesta que continua con su crecimiento, manteniendo a la alza la peligrosidad por riesgo de inundación de una manera dinámica y creciente.

Tabla 6.1. Peligros históricos sobre inundaciones en el área Metropolitana de Monterrey. Fuente: Bexareños, (2008); Cavazos, (1994 y 1998); PCGENL, (2001); González, (1973); Salazar, (2008).

FECHA	TESTIMONIOS
1498	Se presentaron inundaciones en todo el territorio del México Prehispánico.
1611	Como consecuencia de una inundación se traza nuevamente la ciudad de Monterrey al sur del Ojo de agua, a un lugar más elevado.
1612	Se presentó una avenida de agua en la cañada de Ojo de Agua que derribó la mitad de las casas de la ciudad de Monterrey.
1636	En el mes de septiembre fue tal la furia de las aguas que se llegó a temer un segundo diluvio, derribó las casas en Monterrey dejándolo hecho un desierto.
1672	El desbordamiento del río de Santa Catarina que hizo huir a la mayoría de la población. Sólo se quedaron 685 personas.
1716	“Llovió sin interrupción durante 40 días y las aguas de Santa Catarina amenazaron precipitarse sobre la ciudad, sobre el barrio de la Purísima”

CAPÍTULO VI, PELIGROSIDAD.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población, con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

1752	El Gobernador Bahamonde informa en 1788 que Monterrey se había arruinado por un diluvio en 1752.
1756	Creciente del río Santa Catarina, y a partir de ésta, el río se convirtió en el subterráneo dese el poniente del cerro del Obispado hasta 8Km abajo (Probablemente el arrastre de grava fue considerable).
1782	El Cabildo de Monterrey informa en 1784: “Con las irrupciones de la copiosa lluvia en el año 82 (1782) principió en sus edificios tanta ruina que para restablecerse quedaron en parte de su facultades y la de todos sus habitantes tan debilitadas que aún subsisten sin vigor expedito para contribuir al remedio.
1801	D. Carlos Ma. Bustamante refiere “El primer año de este siglo fue lluviosísimo, sobre todo en la frontera; fueron tan grandes las crecientes de los ríos, que las del Salado destruyeron la recién fundada Villa de Azanza que estaba en sus orillas”.
1802	2De aquí se ve claramente que la epidemia de fiebres (palúdicas) que hubo en Monterrey de 1802 a 1803 fue igual a la que ha habido después y las hemos visto (años lluviosos).
1810	El Gobernado D. Manuel de Santamaría (22 de agosto de 1810) expresa: “La notoria voracidad de las aguas que bajan por este río (Santa Catarina) amenaza la ruina de todo o parte de la ciudad así lo observo el día 2”.
1814	“De 1814 a 1815 hubo otra epidemia de fiebres (palúdicas), probablemente igual a la anterior” (Año lluvioso).
1825	Durante la creciente del Santa Catarina de 1881: “Viejos residentes afirmaban que no había arrasado caudal semejante des 1825, y otros comparaban el volumen con el de 1775”.
1826	“Otra epidemia de fiebre (palúdicas) afligió a Monterrey por los años de 1836 a 1827”. (Época lluviosa).
1835	Dice el D. J. E. González: “De otoño de 1835 a la primavera de 1836 vi por primera vez una epidemia de calenturas, que fue muy benigna” (a causa de las lluvias).
1844	“Sobrevino en el año de 1844 la epidemia más grave y más extensa de fiebres palúdicas que en mi vida he visto. Comenzó en la primera, y a proporción que se aproximaba el estío se iba aumentando” (Siguen las lluvias).
1846	Hubo una creciente considerable del río Santa Catarina.
1867	En octubre 7, un ciclón se presenta en Matamoros y casi lo destruye (Es casi seguro que se hayan presentado lluvias frontales en la región).
1874	“En el mes de septiembre, después de unas lluvias muy abundantes y tempestuosas”.
1881	“Desastres en Monterrey causados por las aguas, las siembras son arrasadas, se desploman edificios, perece ganado, y más de 200 familias quedan sin hogar”. (Octubre8). “En este mes (octubre 31) las lluvias torrenciales en Nuevo León inundan las cementeras y destruyen caminos”. “Creciente e inundación en el río Santa Catarina”.
1894	“En septiembre 25 una gran avenida del río Santa Catarina destruye el puente del río frente al poblado de Cadereyta” (según el registro de lluvias en Monterrey, en agosto y septiembre llovió el 63% del año).
1895	“Fuentes temporales (en el mes de septiembre) azotan los estados de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas”. En Monterrey la lluvia de agosto y septiembre fue el 72% del total del año. Desde este año hasta 1906 es una buena época de lluvias bien repartidas en todos los meses.
1909	En el mes de julio de este año las lluvias fueron intensas, 790mm (74% del total del año) al mes de agosto. Se presentaron en este año dos terribles inundaciones en las riberas del río Santa Catarina el día 10 y del 27 al 29, dejando un saldo trágico con la pérdida de 3500 personas, 1500 desaparecidos y miles de damnificados.
1933	A partir del año de 1922 hasta 1948 las lluvias se presentaron casi todos los años, más altas que lo normal (salvo 1926, 1929 y 1939). En este lapso se destacan 1933 y 1938 por la magnitud de las precipitaciones, ocasionando de nuevo dos grandes crecientes en el río Santa Catarina; septiembre de 1933, en que llovió en agosto y septiembre 770 mm, 59% del total anual, y agosto de 1938, con 454 mm, 51% del total del año.
1967	Desde el año de 1966 la precipitación anual toma un franco ascenso que alcanza su máximo en 1967, presentándose en este año fuertes precipitaciones en los meses de agosto y septiembre, con 995 mm (76% del total del año), y, por supuesto, se tienen grandes caudales escurridos en las corrientes de la región que ponen en peligro muchas poblaciones localizadas en aguas debajo de los ríos Santa Catarina y San Juan.

CAPÍTULO VI, PELIGROSIDAD.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población, con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

1986	El jueves 4 de septiembre una fuerte lluvia inunda la ciudad de Monterrey. La zona nor-poniente es la más afectada por el desborde del arroyo del Topo Chico.
1988	La madrugada del 17 de septiembre el Área Metropolitana de Monterrey es azotada por el huracán “Gilberto”. Las lluvias provocaron una fuerte crecida del río Santa Catarina. Miles de personas quedan sin hogar, hay más de 160 muertos y un número impreciso de desaparecidos. Dejando huella en la memoria episódica de muchas generaciones.
1999	El 14 de junio se presentan fuertes lluvias de arriba de 70 mm en una hora. El canal del Arroyo del Topo Chico se desborda inundando pasos a desnivel y lugares desde la Ave. Lincoln hasta la Ave. Manuel L. Barragán. La Universidad Autónoma de Nuevo León. Las corrientes cobraron 18 vidas.
2005	En el mes de julio se presentan lluvias intensas y fuertes vientos a causa del Huracán “Emily”; no se presentaron pérdidas de vidas humanas, gracias a la coordinación entre Gobierno y Sociedad. Sin embargo, “Emily” dejó daños directos estimados en 400 millones de pesos con más de 100 comunidades incomunicadas.
2007	Durante este año se presenta la posibilidad de impacto en el estado del Huracán Dean, este Ciclón Tropical alcanzó la categoría de Huracán Nivel 5 antes de tocar las costas de Quintana Roo el 21 de agosto, sigue su curso adentrándose en aguas del Golfo de México para terminar impactando en categoría 2 en Veracruz. Para este fenómeno se implementaron las medidas de precaución necesarias y se mantuvo constante monitoreo. En este año también se presentaron 2 días con lluvia intensa el día 07 de mayo con una acumulación de 313 mm en menos de 24 hrs., y el día 25 de julio con una acumulación de 244 mm.
2008	El Huracán Dolly fue la mayor relevancia en este año, debido a la evolución del fenómeno natural se emitieron alertas y se establecieron las medidas de prevención necesarias para la atención de la emergencia. El meteoro tuvo una clasificación máxima de Huracán Categoría 2 antes de tocar tierra en estado de Texas.
2010	El Huracán Alex fue el primer ciclón tropical de la temporada de huracanes, después de tocar tierra en Tamaulipas, el Huracán provocó siete muertes y un desaparecido en Nuevo León. Además de inundaciones considerables, Alex provocó serios daños a la infraestructura urbana ocasionando cortes en el suministro de energía eléctrica y en el servicio de Agua potable, daños al drenaje sanitario, a las viviendas y gravemente a las principales vialidades del Área Metropolitana de Monterrey.

La precipitaciones deja beneficios en la agricultura y a los cuerpos de agua, pero a la vez estos eventos hidrometeorológicos extremos dejan huella en la memoria de los ciudadanos de diferentes generaciones, éxodo en alguna época, pérdidas de vidas humanas, poblaciones incomunicadas entre muchos otros daños.

Acciones por parte de la autoridad en turno se han llevado acabo, importante recordar Pero lo que vino a transformarla indudablemente y a salvarla del riesgo de las inundaciones, fue la canalización del río Santa Catarina, realizada por el gobernador Ignacio Morones Prieto en 1949-1952 (Cavazos, 1994). Esta enorme obra rescató para la ciudad 850,000 m² de terreno, de los cuales la mitad fue destinada para avenidas, 110,000 m² a jardines y el resto se constituyó en patrimonio universitario. Se destaca que a partir de 1988 posterior a Huracán Gilberto se iniciaron programas de Protección Civil, sistemas de alerta y prevención, resultando a la fecha una reducción considerable en la pérdida de vidas humanas. Sin embargo, el permanente desarrollo urbano sin planeación y con asentamientos irregulares, continúa siendo a la fecha un gran impacto económico a los centros de población resaltando los efectos indirectos e intangibles que han sido mal estimados y sustentados.

Alexander (1993) y Heyman et al. (1991), establecen que los indicadores de la exposición al riesgo se refieren como primera categoría a las herramientas o características físicas que proporcionan la ubicación de los distintos elementos en peligro, como su elevación, su proximidad al río, la cercanía a las zonas de inundación, los periodos de retorno, etc. Estos indicadores informan la frecuencia de las inundaciones en las llanuras de inundación y la amenaza a los diversos elementos en riesgo de ser inundados. La segunda categoría toma en cuenta los indicadores de la concentración de las inundaciones como su duración, la velocidad del agua a escurrir, la carga de sedimentación o azolves y la profundidad de la misma. Esto indica la gravedad de la inundación sobre una extensión determinada, así como su distribución en el espacio y el tiempo. En resumen, los indicadores de la exposición confieren información específica sobre peligrosidad en los diversos elementos de riesgo.

6.3. Peligrosidad por escurrimientos

6.3.1. Escurrimientos superficiales AMM

Los principales ríos y arroyos que se encuentran en el interior del Área Metropolitana de Monterrey y sus colindancias son principalmente el Río Santa Catarina, el Río Pesquería y Río la Silla así como los arroyos el Obispo, Ayancual, los Piojos, Talavera y el que compete a este estudio “El Arroyo Topo Chico” como se visualiza en figura 6.5. Dada la geoformología de las cuencas en el Área Metropolitana de Monterrey, la totalidad los principales ríos y arroyos tiene su orientación hacia el oriente, con pendientes en su lecho promedio del 1.1 %. Se destaca que los drenes naturales en su mayoría son de tipo efímero, es decir, solo lleva agua en su cauce cuando llueve. Además dada la perspectiva de la población y de los desarrolladores al ver sin agua los escurrimientos por largo tiempo, se realizan asentamientos en sus márgenes, obstruyen o desvían los cauces generando nuevas zonas de peligrosidad.

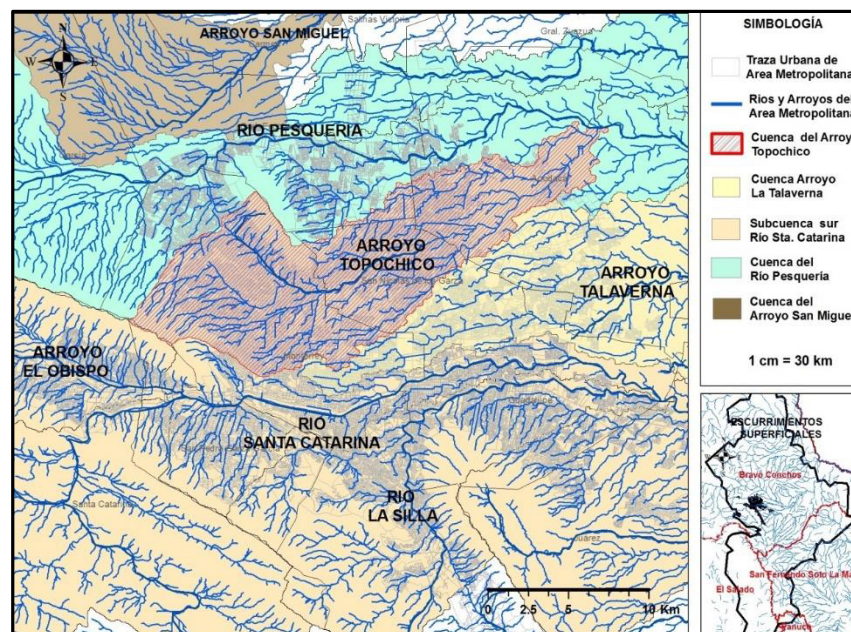


Fig. 6.5. Principales ríos y arroyos que influyen sobre el Área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia, con apoyo de datos del Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática.

6.3.2. Escurrimientos superficiales del Arroyo Topo Chico

Respecto al Arroyo Topo Chico es un escurrimiento de tipo efímero que se caracteriza por el hecho de que solo escurre agua cuando se presenta la precipitación (Aparicio, 1992), tiene su origen en la zona poniente del AMM. Cuenta con dos principales escurrimientos que confluyen a él, Arroyo el Águila y el Arroyo Luis Echeverría, ambos provienen falda Norte del Cerro de las Mitras y de la falda sur del Cerro Topo Chico. El arroyo en estudio tiene una longitud total de cauce principal de aproximadamente 30.5 kilómetros y en su recorrido cruza por los municipios de Monterrey, San Nicolás de Los Garza y Apodaca para desembocar en la margen derecha del Río Pesquería. Esta característica territorial ha generado conflictos entre las autoridades Municipales por el origen de los escurrimientos y en la búsqueda de recursos para la prevención y mitigación de los daños directos, indirectos e intangibles.

El arroyo Topo Chico como se muestra en figura 6.6 empezó a urbanizarse aproximadamente a partir de 1960, la cual a lo largo de los años fue cambiando la cobertura vegetal que estaba formada de arbustos y matorrales, por una superficie impermeable de techos y calles generando así una reducción considerable en los tiempos de traslado y concentración de la lluvias hacia las partes bajas de la cuenca. Esto ha provocado que los gastos máximos esperados a la salida de cada subcuenca urbana, se presenten en minutos y no en horas, como cuando mantenía una condición de uso de suelo natural. Los efectos de esta urbanización desordenada e intempestiva, ha mantenido al arroyo Topo Chico en situación de peligrosidad permanente para cualquier condición de lluvia, dado que sus condiciones y características urbanas son incapaz de conducir el agua pluvial en condiciones de eventos hidrometeorológicos ordinarios y extraordinarios.

CAPÍTULO VI, PELIGROSIDAD.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población, con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

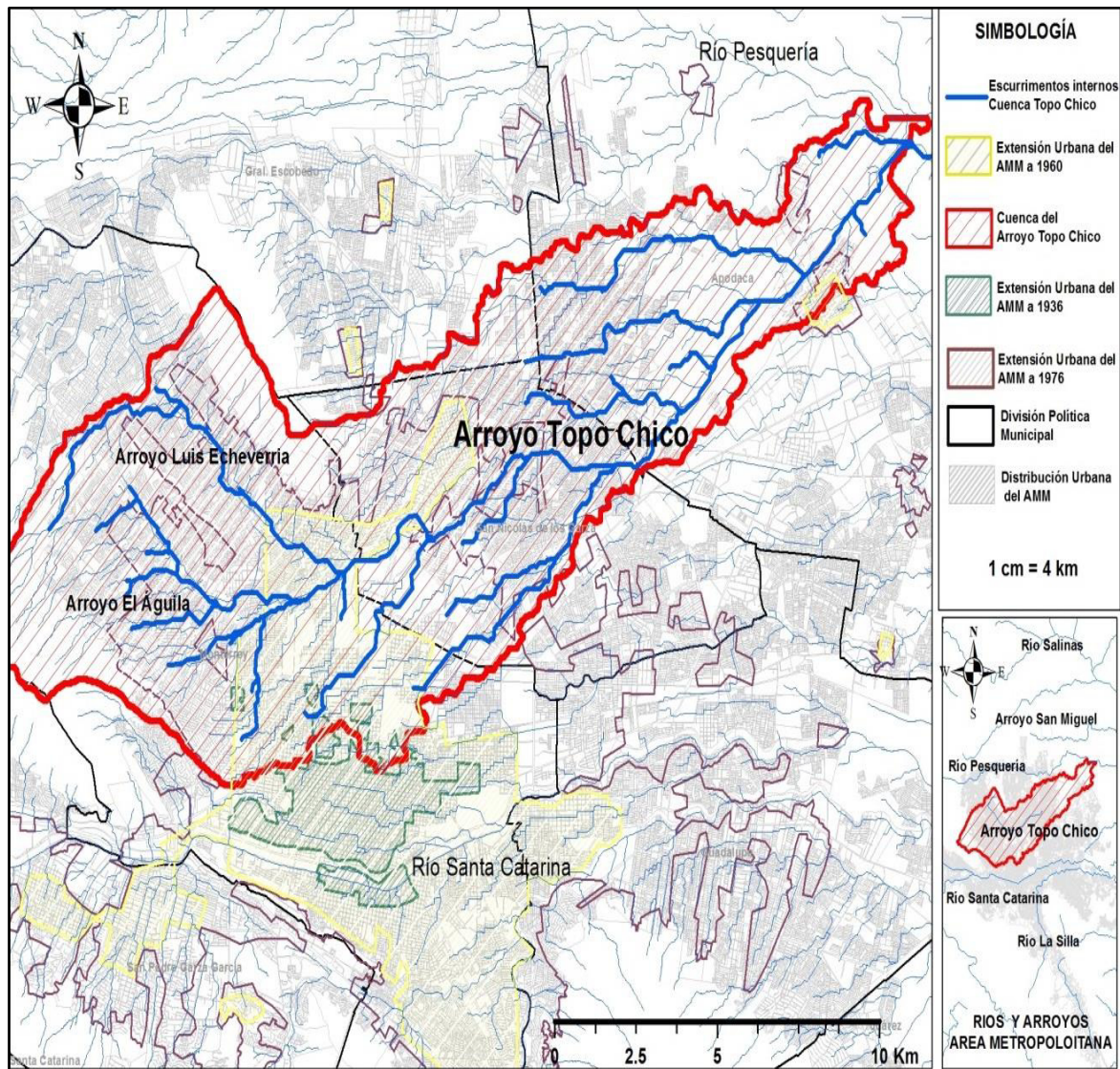


Fig. 6.6. Corrientes principal y tributarias del Arroyo Topo Chico y su relación con el AMM. Fuente propia, con Apoyo del Atlas de Riesgo 1ra etapa del Gobierno del Estado de Nuevo León.

Pese a que el arroyo Topo Chico cuenta con la Declaratoria Propiedad Nacional No. 446, de fecha 7 de Junio de 1927 publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de Agosto del mismo año, el trazo natural de sus cauces principal y tributarios, así como, sus márgenes no han sido respetados por los desarrollos inmobiliarios, las industrias o comerciales.

6.3.3. Evolución de la peligrosidad

El Área Metropolitana de Monterrey desde su origen ha presentado daños serios por inundación cuyos testimonios por diferentes historiadores y lo plasmado en diferentes documentos históricos de cada época se han representado espacialmente, ubicando, los lugares más relevantes que han sufrido daños directos e indirectos post eventos hidrometeorológicos extremos, tal como se muestra en tabla 6.1. Es hasta 1988, posterior a los embates del Huracán Gilberto, en el Área metropolitana de Monterrey se localizaron las diferentes zonas de peligro, siendo la información proveniente de sucesos específicos que la sociedad reportó. Dada la presencia de nuevas tecnologías las autoridades han representado geoespacialmente las mapas de riesgo, que para las inundaciones muestran su relación con los impactos potenciales que éstas pueden llegar a producir en personas, bienes y actividades, contribuyendo al análisis, la toma de decisiones y el desarrollo de medidas de gestión, siendo una herramienta indispensable en la valoración y gestión de los riesgos (Etxeberria, et al 2005).

Esto ha permitido representar la peligrosidad que la población mantiene en su entorno, resaltando los posibles daños directos, aunque dejando aun sin análisis los efectos indirectos e intangibles que un fenómeno hidrometeorológico ocasiona.

Los tomadores de decisiones han considerado que el AMM presenta un riesgo hidrometeorológico de carácter dinámico, es decir que aumenta conforme va creciendo la superficie urbana. En la figura 6.7 se muestran las zonas y puntos de peligro que en diferentes épocas se han registrado, donde se observa una distribución de peligrosidad en gran parte de la extensión urbana. Se considera una buena aportación el contar un mapa de riesgo relacionado con la urbanización sin embargo dada la meso-escala, el no considerar la infraestructura existente, los obstáculos en los cauces como muros, reducciones, puentes o vados en las modelaciones hidráulicas, así como no considerar variables sociales limita la identificación de los efectos directos, indirectos e intangibles.

CAPÍTULO VI, PELIGROSIDAD.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población, con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

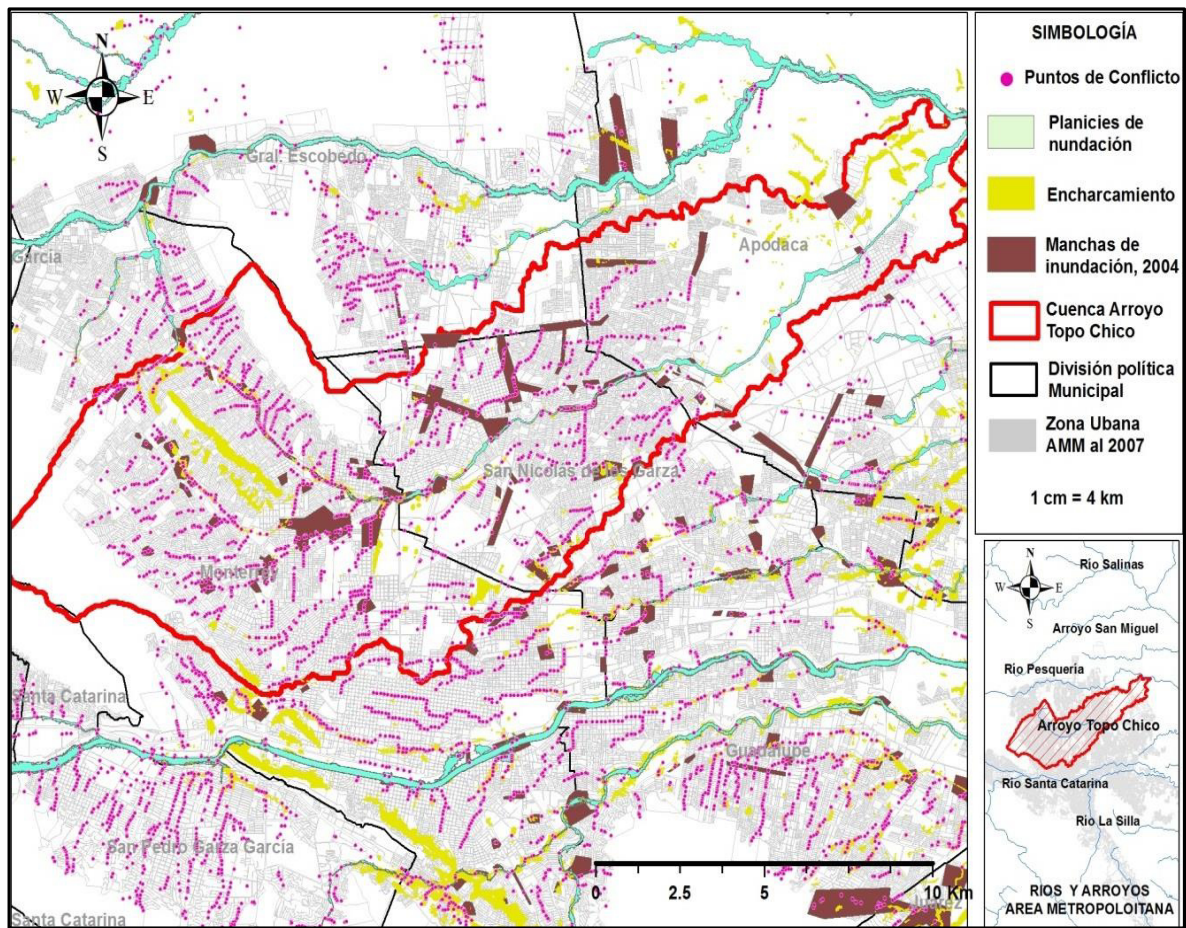


Fig. 6.7. Puntos de conflicto, de encharcamiento y manchas de inundación al 2004 y 2010 sobre el Área Metropolitana de Monterrey. Fuente propia, con apoyo del Atlas de Riesgo 1^{ra} etapa del Gobierno del Estado de Nuevo León.

6.3.4. Recurrencia de la peligrosidad

Para algunos fenómenos, la distinción entre magnitud e intensidad no es tan clara, pero en términos generales el peligro está más asociado a las manifestaciones o efectos que el fenómeno puede presentar en el sitio de interés, que a las características básicas del fenómeno mismo. En este sentido, el estudio del peligro lleva a la construcción de diferentes escenarios de probabilidad, los cuales, permiten representar los efectos, en este caso daños por inundación, sobre cualquier punto o zona en interés.

La forma más común de representar el carácter probabilístico del fenómeno es en términos de un intervalo de recurrencia o también conocido como periodo de retorno. En el caso de la precipitación el periodo de retorno es el número medio de años que una lluvia de magnitud dada se igualó o superó una vez (Raghunath, 2006). El concepto de periodo de retorno, en términos probabilísticos, no implica que el proceso sea cíclico, o sea que deba siempre transcurrir cierto tiempo para que el evento se repita. En ocasiones se utiliza también el inverso del periodo de retorno llamada probabilidad de excedencia, definida como el número medio de veces, en que por unidad de tiempo, ocurre un evento que exceda cierta intensidad.



Fig. 6.8. Secuencia de lluvia a daño en relación a la probabilidad de recurrencia en años. Fuente propia.

En este contexto el peligro es considerado un evento amenazante, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino dentro de un período de tiempo y área determinada. Como se observa en fig. 6.8 desde cualquier perspectiva ya sea precipitación, esguimientos, inundaciones, daños y vulnerabilidad, estos elementos se pueden relacionar con la probabilidad de recurrencia del peligro en años o amenaza de 0 a 100 %. Estas referencias indican que el riesgo es fundamentalmente una combinación de peligro y la vulnerabilidad. Con el fin de combinar matemáticamente amenaza y la vulnerabilidad para cuantificar el riesgo como esperanza matemática, la descripción cuantitativa de los peligros y la vulnerabilidad es necesaria en la estimación de daños directos, indirectos e intangibles (Kelman 2005).

CAPÍTULO VII

DAÑOS POR INUNDACIÓN

7. Daños por Inundación

A lo largo del tiempo, diferentes autores han identificado los daños que ocasionan las inundaciones como consecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos, los cuales, han impactado sobre diferentes centros de población. Su clasificación se ha caracterizado principalmente desde una perspectiva técnica en relación solamente a los bienes o elementos de infraestructura urbana que tienen contacto directo con el agua, llamados daños directos.

Con el fin de establecer una amplia variedad en la tipología de daño en este capítulo se representan de manera interdisciplinaria diferentes criterios de análisis para la identificación de efectos post desastre, no solo desde una perspectiva técnica, sino abordando aspectos sociales, ambientales y del sector salud, que permiten para futuros análisis identificar de manera vasta daños: tangibles directos, tangibles indirectos, intangibles directos e intangibles indirectos. Sobre estas nuevas tipologías de daño se explica su definición, argumentando los principales criterios para su estimación, resaltando los efectos indirectos e intangibles.

Además se presentan algunos rasgos históricos de daños en México, en el área Metropolitana de Monterrey, resaltando los presentados en el Arroyo Topo Chico, identificando los diferentes tipos de daños ante los eventos hidrometeorológicos extremos históricos que ha sufrido la región, destacando la no consideración de los efectos indirectos e intangibles. En el recuento de los daños post desastre es frecuente percibir una sensación de incertidumbre al verdadero monto económico y tipología del daño que el desastre ocasiona, por lo que se finaliza este documento con un análisis de la incertidumbre que se genera al solo tomar en cuenta los efectos directos durante el análisis de daños pre y post inundación, así como otros aspectos disciplinarios en cuanto a la escala de análisis y el tiempo de evaluación post desastre.

7.1. Tipología de daños

Dada la importancia de identificar y cuantificar los daños por inundación, se procede a definir y clasificar el término daño, siendo este la cantidad de dinero para restaurar la zona afectada, remontando a su estado original antes del desastre (Grigg et al., 1974). Los daños y las pérdidas por inundaciones se clasifican como directos, resultado del contacto físico del agua en una inundación con los bienes en riesgo, o indirectos, resultantes de la interrupción o perturbación de las actividades sociales y económicas (CNA, 2010).

Por otro lado los daños por inundaciones se pueden clasificar en dos categorías: daños tangibles y daños intangibles. Los daños de inundación tangibles se pueden expresar en valores monetarios y, a la vez, se pueden subdividir en dos tipos: efectos directos y efectos indirectos, los cuales, se pueden subdividir más a fondo en daños primarios y secundarios. Respecto a los intangibles, siendo poco considerados, son principalmente los que no tienen contacto directo con el agua y su valor monetario ha sido difícil de asignarlo (Booij, 2004).

Desde la perspectiva económica, la inundación puede causar enormes daños materiales e inmateriales para la economía local, regional y nacional. La evaluación de los daños materiales por inundación, es decir, el valor monetario de todos los daños físicos directos e indirectos, han sido estudiados (Baro, 2005), mientras que los daños no materiales son escasamente considerados en los procesos de evaluación de los daños (Lekuthai, et al 2001).

La valoración de daños de tipo intangible es difícil de cuantificar debido a su subjetividad. Sin embargo, es muy importante desarrollar un nuevo procedimiento para cuantificar el daño intangible en términos monetarios, ya que, no existe investigación sobre este procedimiento (Lekuthai 2001). Se requiere la creación de una aproximación interdisciplinaria para obtener un cuadro más completo del daño de inundación total integrando teorías y metodologías de diversas ciencias. Esta clasificación se ilustra en Fig.7.1.

7.1.1. Daños Tangibles

Los daños tangibles se dividen en dos subtipos: los directos, producidos por contacto con el agua o por sumersión, y los indirectos, que son causados por la interrupción de las interrelaciones físicas y económicas. Éstos incluyen, por ejemplo, costos por el desalojo del agua, la interrupción del transporte carretero y de servicios públicos, pérdidas en salarios y beneficios de los negocios, entre otros.

7.1.1.1. Tangibles directos

Los efectos directos de los daños tangibles, se refieren a las pérdidas producidas por el contacto físico del agua, en: menaje, viviendas, infraestructuras y equipamientos, vehículos, enfermedades gastrointestinales al contaminarse las fuentes de abasto de agua potable, enfermedades de la piel, costos por la implementación de operativos de rescate de damnificados, costos por asistencia social para dar ayuda a los damnificados, etc. (Ollero, 1997).

Los procesos de evaluación socioeconómica de daños provocados por inundación generalmente se centran en los tangibles directos. Esta evaluación es realizada mediante diferentes procedimientos metodológicos (Nascimento et al., 2007): los métodos conceptuales, los análisis de vulnerabilidad y los de evaluación directa.

7.1.1.2. Tangibles indirectos

Respecto a los daños indirectos se relacionan la pérdida de tiempo y ganancias debido a las interrupciones del tráfico, ausentismo laboral, reducción en los costos de operación y mantenimiento por el menor congestionamiento, perturbación de los mercados después de las inundaciones (por ejemplo, precios más altos para los alimentos o disminución de los precios de los bienes raíces cerca de las llanuras de inundación), reducción de la productividad con la consecuencia de la disminución de la competitividad de determinados

sectores económicos o regiones y los inconvenientes relacionados con la reducción de su mercado y los servicios públicos (Smith et al., 1998; Green et al.,1994).

Algunos autores (Baro et al, 2007) han considerado los daños tangibles indirectos como un porcentaje de los daños directos. Asimismo, un estudio (Kates, 1965) considera el 15% de los costos directos para estimar los indirectos. La valoración de daños más común es la pérdida por unidad de superficie, pero muy pocos países utilizan metodologías estandarizadas (Booij, 2004). Los efectos indirectos de los daños tangibles están relacionados con las afectaciones en las actividades laborales y productivas, que indirectamente se ven afectadas.

7.1.2. Daños Intangibles

Los daños intangibles también han sido divididos en directos, representados fundamentalmente por las pérdidas de vidas humanas, así como por las ambientales, históricas y culturales; y los indirectos, donde se incluyen las afectaciones a la población, que se reflejan en estados de ansiedad, estrés psicológico y problemas de salud. Como se aprecia en tabla 7.1 existe poca literatura que aborda este tipo de daño, los intangibles.

7.1.2.1.Intangibles directos

Por su naturaleza, muchos daños intangibles son difíciles de cuantificar (Fonden, 2004, Cenapred, 2005), sin embargo, son relevantes en la toma de decisiones. Asimismo, muchos efectos no se toman en cuenta en la evaluación de proyectos, y tiene una repercusión en las actividades humanas, estos son: la paralización de actividades, cortes de comunicación o energía, pérdidas económicas en el sector privado y público, afectación al comercio de diferentes escalas, gastos económicos en reparaciones, limpieza general y ayudas de emergencia, incremento del paro y retroceso de la prosperidad general, conflictos de propiedad, efectos psicológicos y sociológicos, problemáticas serias de migración, epidemias y problemas de salud pública por expansión de contaminantes, corte del agua potable, falta de abastecimiento, aguas estancadas, pérdidas de vidas humanas, tanto directas como indirectas, entre muchos otros. (Ollero, 1997; Lekuthai 2001; Booij, 2004).

7.1.2.2. Intangibles indirectos

En la fig. 7.1 se muestra la compilación de daños por inundación dada la caracterización de diferentes autores (Jiménez, 2010; OPS, 2006; Zúñiga, 2007; Rojas, 2008; Lekuthai, 2001; Gómez 2010, Dwyer, 2004, Naghmeh, 2007) subrayando lo que se ha registrado históricamente, así como, en tabla 7.1 se refleja un análisis de frecuencia de citas en donde además de justificar la importancia de los efectos indirectos e intangibles, resaltan los daños no directos que deben ser abordados por otras perspectivas disciplinarias e interdisciplinarias

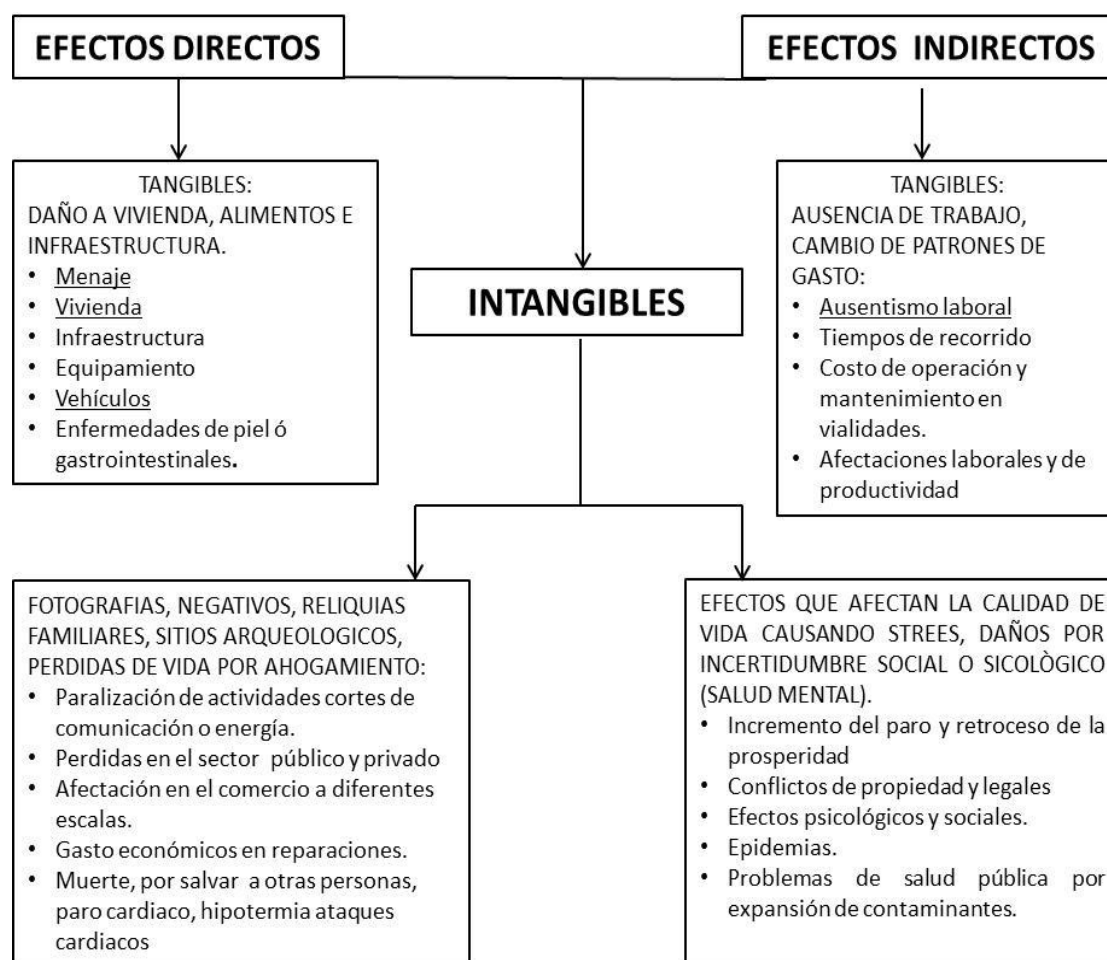


Fig. 7.1. Compilación de tipos de daño por inundación. Fuente propia a partir de Jiménez 2010, OPS 2006, Zúñiga 2007, Rojas 2008, Lekuthai 2001, Gómez 2010, Dwyer, 2004, Naghmeh 2007.

Tabla 7.1. Tipología de daño por inundaciones, con ponderación de citas de autores que han abordado los efectos directos e indirectos ante una inundación.

TIPOLOGIA DE DAÑOS	DIRECTOS		TANGIBLES	Menaje (4). Vivienda (4). Infraestructura(3). Equipamiento (2). Daño a alimentos (2). Enfermedades de piel o gastrointestinales (2). Vehículos (1). Costos de rescate (1).	Lekuthai 2001, Ollero 1997, Ross 2003
			INTANGIBLES	Perdidas económicas en el sector público y privado por paralización de actividades (4). Afectación en el comercio a diferentes escalas (3). Gasto económicos en reparaciones (3). Muerte por salvar a otras personas, paro cardiaco, hipotermia (3). Cortes de comunicación o energía (1). Fotografías, negativos, reliquias familiares y sitios arqueológicos (1).	Ollero 1997, Jovel 2003, Smith 1998, OPS 2012, Ross 2003
	INDIRECTOS	TANGIBLES	Afectaciones laborales y de productividad por ausentismo laboral (3). Tiempos de recorrido (3). Costo de operación y mantenimiento en vialidades (1). Cambios de Patrones de gasto (1).	Fonden, 2004, Cenapred, 2005, Penning et al 1977	
		INTANGIBLES	Afectación a la calidad de vida como el estres, incertidumbre social o sicológica referente a la salud mental (1). Incremento del paro y retroceso de la prosperidad (2). Conflictos de propiedad y legales (1). Efectos psicológicos y sociales (1). Epidemias (1). Problemas de salud pública por expansión de contaminantes (0).	Roos, 2006, Jovel, 2003, Merz et al, 2004	
FRECUENCIA DE CITAS DE AUTORES		(0) NADA (1) POCO (2) REGULAR (3) ALTO (4) MUY ALTO			

Autores como Penning et al., (2003), han trabajado sobre los efectos indirectos referentes de pérdidas de producción y ventas en las regiones inundadas en donde el tiempo de evaluación del daño juega un factor preponderante. Otra perspectiva de análisis para precisar en la cuantificación y tipología de los daños post desastre, en especial, en la identificación de daños indirectos e intangibles es el abordar las zonas en estudio desde una dimensión socio-ambiental, así como, el llevar a cabo un análisis geoespacial de daños con relación con los eventos hidrometeorológicos extremos (Salas et al., 2008). Aunque las investigaciones relacionadas con estos procesos naturales, desde una perspectiva geomorfológica, son recientes, aún carecen de una plataforma sólida de referencia a nivel nacional al no considerar el factor humano como variable preponderante en ser susceptible al riesgo (Sánchez, 2011).

7.1.3. El tiempo en la evaluación de daños

Autores, como, Jiménez et al., (2010), OPS, (2006) entre otros establecen que los efectos indirectos e intangibles, son detectables a un tiempo mayor a las 72 horas después de la inundación y este tipo de daños suelen ser hasta permanente por las secuelas ante el desastre. En la tabla 7.2 se muestra una escala de tiempo con agrupación de experiencias de diferentes autores (Jiménez, 2010; OPS, 2006; Zúñiga, 2007; Rojas, 2008; Lekuthai, 2001; Gómez, 2010; Dwyer, 2004; Naghmeh, 2007) destacando los diferentes daños indirectos e intangibles que deben ser considerados en evaluaciones pre y post desastre. Los datos encontrados en esta investigación refuerzan las teorías en relación a los efectos por inundación directos e indirectos.

Tabla 7.2. Aspectos sobre los efectos directos, indirectos e intangibles, en relación a la duración de una inundación, (Jiménez 2010, OPS 2006, Zúñiga 2007, Rojas 2008, Lekuthai 2001, Gómez 2010, Dwyer, 2004, Naghmeh 2007).

FASES	DIRECTOS		INDIRECTOS	
	TANGIBLES	INTANGIBLES	TANGIBLES	INTANGIBLES
CRITICA < 72 hrs	VIVIENDA.	FOTOGRAFIAS.	AUSENTISMO LABORAL.	ATRAZO EN LA EDUCACION FORMAL.
	MENAJE.	RELIQUIAS FAMILIARES.	AFECCIONES LABORALES Y PRODUCTIVAS.	PERDIDA DE INICIATIVA.
	VEHICULOS.	PERDIDA DE VIDAS POR AHOGAMIENTO.	TIEMPOS DE RECORRIDO.	MIEDO.
	ROPA.	AFECTACION AL COMERCIO.	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VIALIDADES.	VANDALISMO.
	INFRAESTRUCTURA URBANA	PERDIDA DE CLASES.	PERDIDA DE FUENTES DE EMPLEO E INGRESOS.	ESTRÉS.
	---	DESAPARICION DE PERSONAS.	---	---
POSTCRITICA <14 dias	---	PERDIDA DE DOCUMENTOS PERSONALES.	---	---
	HUMEDAD EN VIVIENDA.	PERDIDA DE CLASES.	AUSENTISMO LABORAL.	EPIDEMIAS.
	DESABASTO DE AGUA POTABLE	DESAPARICIÓN DE PERSONAS.	AFECCIONES LABORALES Y PRODUCTIVAS.	ESTRÉS Y MIEDO
	CORTE DE ELECTRICIDAD.	---	TIEMPOS DE RECORRIDO.	ATRAZO EN LA EDUCACION FORMAL
	---	---	CAMBIOS EN PATRONES DE GASTO.	PERDIDA DE INICIATIVA.
	---	---	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VIALIDADES.	INCERTIDUMBRE.
POSTCRITICA <30 dias	---	---	---	DESCONFIANSA.
	GRIETAS EN VIVIENDA.	ASENTAMIENTOS DE CIMENTACIÓN EN VIVIENDA.	AUSENTISMO LABORAL.	TRAUMAS.
	HONGOS EN VIVIENDA.	ALERGIAS.	TIEMPOS DE RECORRIDO.	ESTRÉS AGUDO.
	---	---	CAMBIOS EN PATRONES DE GASTO.	PERDIDA DE INICIATIVA.
	---	---	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VIALIDADES.	MIEDO.
	---	---	---	ESTRÉS.
	---	---	---	ATRAZO EN LA EDUCACIÓN FORMAL.
	---	---	---	DESARROLLO DE FOBIAS.
SECUELAS	---	---	---	INCERTIDUMBRE.
	---	---	---	DESCONFIANSA.
	---	---	---	TRAUMA DE ESTRES POST-TRAUMATICO.
	---	---	---	PROBLEMAS DE ORIGEN PSIQUICO.
	---	---	---	REDUCCION DE LA ESPERANZA DE VIDA.
	---	---	---	DISCAPACIDAD FISICA Y MENTAL.
SECUELAS	---	---	---	DESARROLLO DE FOBIAS.
	---	---	---	INCERTIDUMBRE.
	---	---	---	DESCONFIANSA.
	---	---	---	---

7.2. Criterios de evaluación de daños

En México, durante las evaluaciones socioeconómicas post-desastre, los daños más considerados son los relacionados a la estructura o componentes de la vivienda así como el menaje en su interior (Cenapred, 2005). A pesar de ello, las evaluaciones socioeconómicas de las obras de ingeniería, realizadas para mitigar los daños y riesgos hidrometeorológicos, subestiman los daños posteriores al evento de inundación. Los criterios utilizados para la valoración de las pérdidas por inundación en el mundo son muy variadas y sólo algunos países de América latina como México y del continente europeo como el Reino Unido han adoptado un método estandarizado que conste para evaluar los efectos por daños de inundación mediante la determinación de la curva que relaciona los perjuicios y la probabilidad de recurrencia del evento hidrometeorológico (Tucci, 2007).

Otros autores (Helweg, 1992; Boyle et al., 1998) utilizan cuatro tipos de análisis para la estimación de daños por el desastre, siendo: el primero, el análisis de frecuencias, el cual está en relación a el pronóstico de eventos extremos, simulación de escurrimientos y modelos lluvia escurrimiento; el segundo, el análisis de peligros, enfocado a los peligros asociados a las inundaciones; el tercero, el análisis de vulnerabilidad, que estima la extensión y severidad de los daños, así como la magnitud de las perdidas, las cuales dependen de los factores antrópicos y ambientales; el cuarto, el análisis de los daños, que implica el costo de remplazar o restaurar las áreas afectadas. Finalmente se utiliza el criterio de correlación entre el daño estimado y las características hidrológicas y económicas en la zona de inundación. Este último tipo de análisis, implica el cálculo de los efectos directos de los daños tangibles.

Por otro lado un concepto de la pérdida de la unidad fue adoptado para formular los modelos matemáticos para diversas categorías de pérdidas por la inundación (Dutta et al., 2006). En la consideración de la necesidad de un acoplamiento dinámico entre el modelo de simulación de la inundación y el modelo de la valoración de la pérdida, éste último fue desarrollado como modelo de la trama con una malla regular y es idéntico al modelo hidrológico.

En el área de los desastres naturales de gran impacto, hay gran cantidad de datos involucrados en un proceso de evaluación de daños regionales y la mayor parte de estos datos están distribuidos espacial y temporalmente. Los daños y perjuicios por los usos del suelo y los diferentes tipos de construcción no serán los mismos para eventos de inundación. La distribución espacial de la población, la intensidad de los daños, usos del suelo y tipos de edificios deben ser debidamente preservados en el proceso de evaluación de daños (Jui-Lin et al., 2005).

Jovel, (2003), establece un tipo de daño referente a la incidencia del desastre sobre el comportamiento de las principales variables económicas, en el supuesto de que las autoridades no hicieran algún arreglo. Los efectos macroeconómicos más relevantes de un desastre son: el nivel y la tasa de crecimiento del producto interno bruto global y sectorial, el balance comercial, el nivel de endeudamiento y reservas monetarias, las finanzas públicas y la inversión bruta (CEPAL, 2003).

En México la metodología utilizada para la evaluación de daños inicia con los datos de los beneficios derivados de evitar los daños de las inundaciones para diferentes periodos de retorno, posteriormente se procede a la elaboración de la curva que los asocia con los niveles de daño, es decir con los determinados periodos de retorno, para la valoración anual de los beneficios netos del proyecto y con ello, alimentar el flujo de efectivo y obtener los indicadores de rentabilidad necesarios. Como se mencionó en la descripción de la metodología del daño evitado esperado, se puede proceder de la siguiente manera práctica para la generación del beneficio por evitar un daño esperado anual (CNA, 2010).

1. A partir de los estudios hidrológicos, se puede conocer la curva Gasto Máximo o Altura de inundación versus Probabilidad de Ocurrencia Periodo de Retorno (Tr).
2. De las características geomorfológicas de las cuencas, de la determinación de las áreas susceptibles de inundación asociadas a cada Tr, así como de los trabajos de campo, análisis de la información y la identificación de cada uno de los beneficios atribuibles a la alternativa de proyecto seleccionada se construye la curva Gasto Máximo o Altura de Inundación versus Daños esperados.

3. Finalmente, a partir de la asociación de las dos curvas anteriores mediante el Gasto máximo o Altura de Inundación de ambas, se construye la curva Probabilidad de Ocurrencia o Periodo de Retorno versus Daños Esperado, no es infructuoso recordar que el inverso del periodo de retorno o su frecuencia nos proporciona la probabilidad de su ocurrencia y que ante la incertidumbre de asegurar qué intensidad de precipitación se presentará cada uno de los años futuros se hace uso de la esperanza matemática de su ocurrencia. En términos simples, esta “predicción” de ocurrencia, traducida a un posible daño esperado año tras año, no será otra cosa sino el área bajo la curva así obtenida. Ver figura 7.2.
4. Por último, la valoración anual de este beneficio se incorporará al flujo de efectivo del proyecto, a partir de año en el que los beneficios se presenten o sea cuando la infraestructura de protección esté en condiciones de cumplir su función: Junto con los beneficios se incorporarán los costos respectivos y a partir de aquí se obtendrán los indicadores de rentabilidad VANS y TIRS.

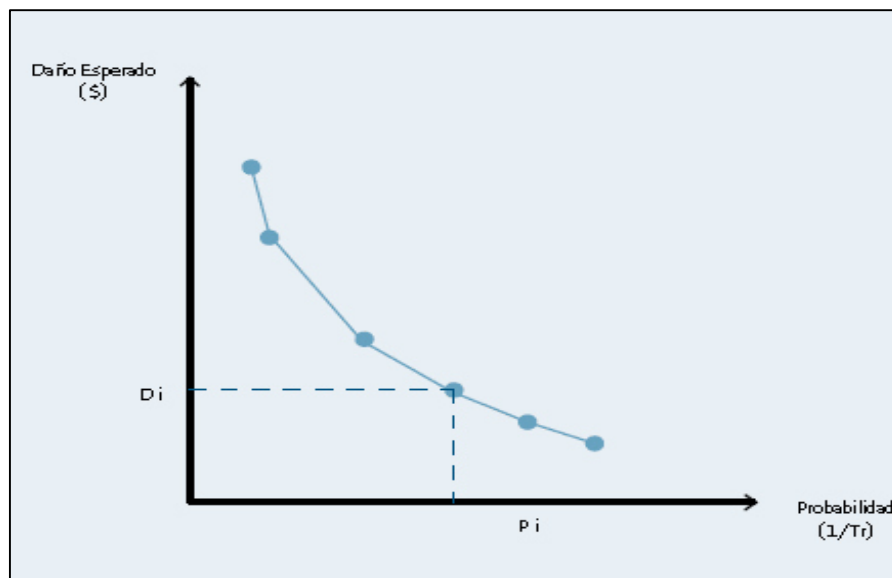


Fig. 7.2. Representación de daño económico contra la probabilidad de recurrencia de gastos máximos que generan inundaciones, (CNA, 2010).

Por lo general, hay en la estimación previa de daños, dos partes integrantes en el actual estado del arte de un estudio costo-beneficio, estas son: las variables técnicas que caracterizan las inundaciones, y las variables sociales en la estimación de los daños (Ortegón et al., 2005), en donde este tipo de estudios, a la fecha presentan en su obtención grados de incertidumbre (Arrojo, 2008). La parte técnica se refiere a determinar parámetros hidráulicos de los escurrimientos superficiales que causan inundación tales como: profundidad, velocidad del agua, duración y extensión de la inundación, efectos de socavación y arrastre de sedimentos por remoción de masa. Estas variables son obtenidas mediante modelos hidráulicos que utilizan datos de precipitación históricos con el fin de estimar la magnitud y evolución de la lluvia a través del tiempo y con patrones de probabilidad de recurrencia (Méndez et al., 2011).

En la última década del siglo XX los métodos han sido desarrollados para determinar la probabilidad de inundaciones y sus consecuencias. Los resultados de puntos de vista de esta oferta una nueva investigación y, además, nuevas posibilidades para llevar a cabo un análisis de costo-beneficio de varias estrategias de protección contra las inundaciones (Jui-Lin et al, 2005).

Los desastres naturales como inundaciones suelen causar daños importantes a la sociedad, especialmente cuando ocurren en regiones con densa población y con alta actividad económica. El gobierno por lo general tiene que pasar gran presupuesto para la mitigación de daños. Las decisiones en la mitigación de desastres por lo general tienen dependen de la estimación de los costos, los beneficios y de las medidas adoptadas cuando el presupuesto es limitado (CNA, 2010). El beneficio de un proyecto de mitigación de desastres se estima a partir de la diferencia de los daños y perjuicios prevista para antes y después de ese proyecto. Este proceso generalmente se conoce como con y sin proyecto (Jui-Lin et al., 2005).

La evaluación socioeconómica de un desastre por inundación implica la dificultad de agrupar muchos conceptos, criterios, divisiones y categorías, siendo complicado el cuantificar y el reducir a pesos y centavos las pérdidas de vidas humanas. En las regiones pobres con escasez de capital y afectadas por pérdidas de un desastre, se produce la paralización de la actividad económica, afectando los niveles de ingreso y empleo de la po-

-blación. En muchos casos en América Latina la afectación de las inundaciones repercuten en el descenso del Producto Interno Bruto (PIB), a través de la pérdida de fuentes de trabajo, los cuales regularmente son más difíciles de recuperar que una vivienda, por lo que es muy importante evaluar sus efectos indirectos (BID 2007).

7.3. Incertidumbre en la estimación del daño

Ante el potencial incremento en magnitud y frecuencia de los desastres naturales de carácter hidrometeorológico, es indispensable para los tomadores de decisiones establecer criterios precisos en la evaluación de los daños pre y post desastre que afectan a las zonas urbanas. El uso inadecuado de la escala macro (Ebenhöh et al., 1997; Behnen, 2000), el tiempo de realizar la evaluación post inundación y el considerar solo los efectos directos, no han permitido estimar los efectos indirectos e intangibles en el análisis posterior a un desastre (Montoya, 2008; Booij, 2004). Por otro lado, los nuevos escenarios del cambio climático incrementan la preocupación por la estimación de daños en especial los indirectos e intangibles, dado que, se refleja un grado de incertidumbre en los elementos que conforman la metodología utilizada en la gestión de riesgos de inundación, la cual, ha sido útil para el dimensionamiento de obras de protección contra el embate de desastres de índole hidrometeorológico (CNA, 2010) y para establecer medidas de mitigación en el contexto del análisis de riesgos. La incertidumbre ha sido un parámetro asociado al resultado de la medición que refleja la falta de conocimiento del valor verdadero de lo medido (IBWM et al., 1993) respecto a los efectos y daños por inundación.

Un indicador que suma a la imprecisión en la evaluación de daño por inundación es la escala de análisis utilizada en las metodologías, al respecto, el IPCC, (2014). El principal problema es la calidad de los datos estadísticos oficiales de los consejos de población tal como el número de habitantes, valor percapita o algunos activos fijos que son mostrados en macro y mezo escala.

Este procedimiento genera datos con un grado de exactitud bajo (IPCC, 2007). El realizar el análisis de micro-escala, con representatividad de variables sociales, como niveles de educación, grado de pobreza, edad y género pueden ser consideradas, permiten obtener más precisión y validez estadística geoespacial en la toma de los datos post-desastre, sustentando alternativas de solución que mitiguen el daño en futuros riesgos de inundación. Este tipo de análisis destaca el identificar los efectos indirectos e intangibles.

Otro indicador es el tiempo de evaluación de daño post inundación, ya que, la presencia, magnitud y trascendencia de los efectos indirectos asociados a la salud se reflejan posteriores a 2 o 3 semanas del desastre (Lekuthai 2001, Gómez 2010) Tabla 2. Las enfermedades que generalmente se presentan después de las inundación y que son de mayor incidencia son aquellas de carácter respiratorio, las causadas por el consumo de alimentos, agua contaminada y las transmitidas por vectores (OPS, 2006). Respecto a la pérdida de productividad por ansiedad o temor, al respecto, Lekuthai (2001) relaciona la pérdida de productividad cada persona que sustenta una familia, al incrementar el tirante de agua.

Esta variable, tiempo, no han sido considerada en la cuantificación de daños, la cual se relaciona directamente la detección de los efectos indirectos e intangibles en el sector salud ya sea física y mental (OPS, 2006, Aguirre, 2006, y Hayden, 2006).

Sin embargo, no es siempre lo cuantitativo lo único a evaluar, tal es el caso de la estimación de los daños indirectos e intangibles que han estado con un alto nivel de incertidumbre, lo cual, para su análisis preciso implica el incluir en los procesos de evaluación, estudios sociales y psicológicos (Breaden, 1973). En ocasiones, el daño es considerado como un cambio catastrófico en una zona urbana y en el análisis de alternativas está en el subgrupo de "no factible", es decir, el tratar de restaurar al estado original la zona afectada por un desastre es imposible o indeseable, debido a la cantidad de recursos que serían necesarios para su restauración (Kelman, 2002). Por lo tanto, la sentencia es que el daño puede ser subjetivo, su interpretación puede variar entre los interesados y según las escalas espaciales y temporales con que se analice los daños por inundación.

Por lo anterior el evaluador percibe una sensación de incertidumbre, principalmente por la baja cantidad y variedad de los daños encontrados únicamente desde una perspectiva técnica, requiriéndose como consecuencia, analizar el daño como efecto del desastre desde diferentes perspectivas.

En México los organismos nacionales, como el Sistema de Prevención de Desastres, solo considera el daño de la vivienda de tipo habitacional, sin embargo, se omiten los daños producidos a otro tipo de edificaciones. En otros países como el Reino Unido, la evaluación de daños por inundación en edificaciones se clasifican según su uso en seis sectores económicos (Merz et al., 2004): edificios de hogares privados; de infraestructura pública (estación del metro, escuelas, edificios de bomberos etc.); sector de los servicios (supermercados, restaurantes etc.), de explotación minera o sector de la construcción (carpintería, taller mecánico, herrería etc.); fábricas (industria metálica, proceso de bebidas, proceso de madera etc.) y edificios para la agricultura, la silvicultura y la horticultura.

7.4. Daños por inundación en México

En México han ocurrido, por efecto de desastres, alrededor de 10,000 muertes, de 1980 a 1999, aproximadamente 500 cada año. Las pérdidas económicas calculadas alcanzan 9,600 millones de dólares, con un monto promedio anual cercano a los 500 millones de dólares (Bitrán, 2000). Una estimación de las víctimas fatales en México a consecuencia de fenómenos hidrometeorológicos arroja 2,767 personas, lo que representa un promedio cercano a los 140 individuos fallecidos anualmente. (Cenapred, 2006). Una tipología de daños se muestra en tabla 7.3.

Tabla 7.3. Relación cualitativa de daños directos e indirectos en la República Mexicana 1949-2004.
Elaborado a partir de CENAPRED, 2006.

Año	Estados	Principales daños históricos directos e indirectos
1949	Sinaloa y Sonora	Viviendas dañadas, puentes, carreteras, vías férreas dañadas, localidades incomunicadas teléfono y telégrafo.
1959	Colima y Jalisco	Destrucción de viviendas, carreteras dañadas y trenes descarrilados.

CAPÍTULO VIII, RESULTADOS.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población, con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

1960	Sonora, Sinaloa y Chihuahua	Daño a viviendas e infraestructura urbana como agua potable, carreteras, puentes.
1967	Tamaulipas, Nuevo León, Yucatán y Quintana Roo	Daños a viviendas e incomunicación vía terrestre.
1968	Colima, Sinaloa, Durango, Coahuila Sonora y Chihuahua	Daño en vialidades y vivienda.
1976	Baja California Sur y Sonora	Daños a vivienda y vialidades.
1982	Sinaloa	Daños a viviendas habitación, infraestructura rural y carretera, electricidad, telefonía, agricultura, ganadería, avicultura, industria y comercio, daño severo en cultivos.
1985	Nayarit	Viviendas dañadas, afectación de carreteras, bordes y zonas de cultivo.
1988	Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila	50% de las pérdidas del sector agrícola del país, dañado a zonas turísticas, agrícolas y boscosas. Daño en calles, muertes, daño a viviendas.
1990	Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Chihuahua	Daño a vivienda, carreteras, calles, cultivos, ganado.
1992	Nayarit	Vivienda y carreteras.
1993	Baja California	Daños a los sistemas de comunicación, a la agricultura. Cierre de aeropuerto, interrupción de servicios públicos y daños en la infraestructura de puentes, carreteras y tuberías.
1993	San Luis Potosí y Tamaulipas	Viviendas afectadas, carreteras, caminos, puentes, sistemas de agua potable y afectación al ganado.
1995	Sonora, Sinaloa y Baja California Sur.	Viviendas dañadas, servicios públicos, áreas de cultivo, escuelas.
1995	Veracruz, Campeche, Tabasco y Quintana Roo	Viviendas dañadas, puentes y carreteras.
1997	Guerrero y Oaxaca	Viviendas dañadas, áreas de cultivo, de bosques y selva perdidas, puentes y carreteras dañadas. Deslizamientos de tierra e interrupción de los servicios públicos.
1998	Chiapas	Sistemas de abasto de agua potable en comunidades, limpieza y desazolve de alcantarillas, daño a caminos, vía férrea y puentes.
1998	Baja California	Daño a viviendas, a carreteras y al sector industrial.
1999	Veracruz, Puebla, Hidalgo y Tabasco	Daños al sistema de transporte, generación de energía eléctrica, suministro de agua potable y saneamiento, vivienda y agricultura, comunicaciones, e industria manufacturera.
2001	Sonora y Baja California Sur, Michoacán, Veracruz, Chiapas y Guerrero	Viviendas y escuelas dañadas, de cultivo dañadas, caminos afectados daños en cosechas, daños en carreteras por rem de masa, daños a hoteles.
2002	Yucatán, Campeche, Nayarit, Jalisco.	Daños a la infraestructura eléctrica, alto ausentismo laboral y escolar, viviendas dañadas, escuelas dañadas, al igual que cultivos, caminos y carreteras.
2003	Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Zacatecas	Viviendas dañadas.
2004	Coahuila	Viviendas dañadas, escuelas afectadas, daños en la distribución de agua potable, vehículos dañados.

7.5. Daños por inundación en el AMM

Como se muestra en la tabla 7.4 la variedad de daños que se han presentado en el área Metropolitana de Monterrey tiene patrones comunes como el persistente daño a la vivienda así como el considerar únicamente los daños directos y últimamente las afectaciones a la infraestructura urbana. Se destaca a partir de 1988 como consecuencia de los graves daños que causó el Huracán Gilberto, la cantidad de personas fallecidas se redujo considerablemente, dados los sistemas de alerta temprana y medidas preventivas que la autoridad emprendió y que a la fecha se atienden con mayor intensidad. En los últimos años se han registrado efectos indirectos como consecuencia del daño en los servicios de agua potable, drenaje sanitario, energía eléctrica y serios problemas en la salud física y mental.

Tabla 7.4. Relación de principal tipología de daños por inundación registrada en el área Metropolitana de Monterrey. Elaborado a partir de Atlas de nuevo León (2010).

Año	Principales daños presentados
1612	Daño en viviendas y comercios.
1613	Daño en viviendas, comercios y problemas de accesibilidad
1716	Daño en viviendas, comercios y problemas de accesibilidad.
1782	Daño en viviendas y todo tipo de edificación, la ciudad en ruinas.
1881	Daño a viviendas , edificios , vialidades.
1909	Daño en viviendas y todo tipo de edificación, desaparecen las colindancias del Río Sta. Catarina, miles de muertos y desaparecidos.
1938	Daño a viviendas , edificios , vialidades y puentes.
1967	Daño a viviendas , edificios , vialidades y puentes, incomunicación, problemas de salud, pérdida de empleo.
1986	Daño a viviendas y vialidades, vehículos, problemas de salud, empleo.
1988	Daño en viviendas y todo tipo de edificación, daños en las fuentes de abastecimiento, vialidades, cientos de muertos y desaparecidos.
1999	Sistemas de alerta, afectaciones al empleo y al comercio, problemas de salud emocional.
2005	Uso de sistemas de alerta, problemáticas de servicios de agua potable y energía eléctrica.
2007	Uso de sistemas de alerta, problemáticas de servicios de agua potable y energía eléctrica.
2008	Sistemas de alerta, afectaciones al empleo y comercio, problemas de salud emocional.
2010	Daño en viviendas y vialidades principales, daños en las fuentes de abastecimiento, sistemas de drenaje sanitario y electrificación.

CAPÍTULO VIII

RESULTADOS

8. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de esta investigación bajo dos vertientes, en la primera se aborda la cantidad y diversidad de daños resaltando los indirectos e intangibles destacando la incertidumbre en su cuantificación. Tales daños fueron mostrados geoespacialmente y son contrastados con puntos de conflicto y con las planicies de inundación históricas. En la segunda vertiente se muestran los análisis de las variables de mayor relevancia por estudios de correlación mediante el uso del software SPSS, llegando a detectar ocho variables. Posteriormente se analiza un análisis factores y de componentes principales, cluster y de regresión utilizando el software Statistica ver. 8, para los cuatros factores que son explicativos sobre el establecimiento de la hipótesis.

8.1. Estimación de daños

Como resultado de la encuesta realizada en la zona en estudio, “Cuenca del Arroyo Topo Chico”, se extrajeron las variables en relación con los daños post desastre, acorde a lo establecido en el capítulo VII y en el marco teórico. La regla de Borda (1781) provee un método de orden de ranqueo, que para este caso consistió en sumar la totalidad de los daños promedio por AGEBS considerando los directos, indirectos e intangibles, posteriormente se acomodan de mayor a menor resultando aquí el daño máximo de daños encontrado. A partir de este valor se ponderan el resto de AGEBS determinado el Índice de daño. En la tabla 8.1 se muestra un segmento de la relación de daños con grado de puntuación (Score) correspondiente a los daños directos, indirectos e intangibles. La tabla completa es mostrada en Anexo 2, se resalta con rojo el AGEBS 007-6, el cual presenta el máximo valor de daño intangible que por metodología representa el 100 %.

Con la intención de corroborar lo establecido por diferentes autores sobre la estimación de daños, a partir de los datos de campo obtenidos, se realizó un análisis una

CAPÍTULO VIII, RESULTADOS.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

cuantificación bruta sobre los daños pos AGEBS, mostrada en la tabla 8.2, donde se indica que se obtuvo en un área hasta un 67.06 % de daños indirectos e intangibles hasta un 15%.

Tabla 8.1. Representación parcial de daños directos, indirectos e intangibles promedio por AGEBS, aplicando el criterio de máximo score (Borda, 1798). Se marca con rojo el mayor valor. Ver Anexo 2

AGEB'S	DIRECTOS		INDIRECTO				INDIRECTOS TOTALES		DAÑOS TOTALES	SCORE TOTAL
			TANGIBLE		INTANGIBLE		DAÑOS	SCORE		
	DAÑOS	SCORE	DAÑOS	SCORE	DAÑOS	SCORE				
004-8	42	72.41	34	54.84	5	29.41	39	51.32	81	60.90
005-2	37	63.79	33	53.23	4	23.53	37	48.68	74	55.64
006-6	22	37.93	26	41.94	3	17.65	29	38.16	51	38.35
007-0	27	46.55	27	43.55	3	17.65	30	39.47	57	42.86
007-6	57	98.28	52	83.87	17	100.00	69	90.79	126	94.74
008-5	25	43.10	23	37.10	2	11.76	25	32.89	50	37.59
009-A	19	32.76	22	35.48	2	11.76	24	31.58	43	32.33
010-8	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
011-8	33	56.90	32	51.61	6	35.29	38	50.00	71	53.38
012-2	38	65.52	32	51.61	6	35.29	38	50.00	76	57.14
012-7	41	70.69	32	51.61	6	35.29	38	50.00	79	59.40
013-1	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
013-7	39	67.24	30	48.39	7	41.18	37	48.68	76	57.14
014-1	41	70.69	39	62.90	5	29.41	44	57.89	85	63.91
014-6	22	37.93	20	32.26	2	11.76	22	28.95	44	33.08
017-4	17	29.31	18	29.03	2	11.76	20	26.32	37	27.82
017-A	28	48.28	48	77.42	9	52.94	57	75.00	85	63.91
018-4	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
018-A	50	86.21	38	61.29	5	29.41	43	56.58	93	69.92
019-4	26	44.83	28	45.16	5	29.41	33	43.42	59	44.36
020-1	38	65.52	34	54.84	3	17.65	37	48.68	75	56.39
020-7	33	56.90	27	43.55	5	29.41	32	42.11	65	48.87
022-0	25	43.10	25	40.32	3	17.65	28	36.84	53	39.85
022-6	33	56.90	26	41.94	3	17.65	29	38.16	62	46.62
023-5	25	43.10	28	45.16	4	23.53	32	42.11	57	42.86
024-5	27	46.55	26	41.94	3	17.65	29	38.16	56	42.11
025-A	19	32.76	19	30.65	2	11.76	21	27.63	40	30.08
026-4	20	34.48	26	41.94	2	11.76	28	36.84	48	36.09
029-8	20	34.48	29	46.77	4	23.53	33	43.42	53	39.85
031-5	34	58.62	43	69.35	4	23.53	47	61.84	81	60.90
031-A	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
032-4	27	46.55	32	51.61	3	17.65	35	46.05	62	46.62
032-A	43	74.14	54	87.10	4	23.53	58	76.32	101	75.94
033-4	21	36.21	24	38.71	2	11.76	26	34.21	47	35.34
033-9	23	39.66	19	30.65	3	17.65	22	28.95	45	33.83
034-9	26	44.83	26	41.94	2	11.76	28	36.84	54	40.60
039-1	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
040-3	27	46.55	32	51.61	6	35.29	38	50.00	65	48.87
040-4	20	34.48	24	38.71	3	17.65	27	35.53	47	35.34
042-3	58	100.00	56	90.32	9	52.94	65	85.53	123	92.48
045-7	19	32.76	23	37.10	3	17.65	26	34.21	45	33.83
046-6	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
047-6	47	81.03	43	69.35	12	70.59	55	72.37	102	76.69
048-5	21	36.21	18	29.03	2	11.76	20	26.32	41	30.83
050-8	20	34.48	20	32.26	2	11.76	22	28.95	42	31.58
051-1	22	37.93	22	35.48	3	17.65	25	32.89	47	35.34
051-2	17	29.31	21	33.87	2	11.76	23	30.26	40	30.08
052-7	17	29.31	20	32.26	2	11.76	22	28.95	39	29.32
053-1	57	98.28	62	100.00	14	82.35	76	100.00	133	100.00
053-6	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
054-6	39	67.24	31	50.00	4	23.53	35	46.05	74	55.64
055-0	58	100.00	47	75.81	13	76.47	60	78.95	118	88.72
056-5	46	79.31	33	53.23	6	35.29	39	51.32	85	63.91
057-A	54	93.10	44	70.97	14	82.35	58	76.32	112	84.21
059-7	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
058-A	43	74.14	37	59.68	10	58.82	47	61.84	90	67.67
059-3	17	29.31	18	29.03	2	11.76	20	26.32	37	27.82
060-1	21	36.21	19	30.65	2	11.76	21	27.63	42	31.58
063-5	50	86.21	57	91.94	17	100.00	74	97.37	124	93.23

CAPÍTULO VIII, RESULTADOS.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

Para representar espacialmente los valores obtenidos se elaboró un mapa de ponderación de daños intangibles al interior de la cuenca en estudio relación a la vivienda a partir de la totalidad de AGEBS y casos encuestados, la cual se muestra en Fig. 8.1. Esta figura se realizó utilizando herramientas de interpolación del Arcgis 10.

Tabla 8.2. Tabla parcial de porcentajes de daños directos e indirectos con respecto al total de daños por AGEBS. Ver Anexo 3

AGEB	DIRECTOS	INDIRECTO		INDIRECTOS	DAÑOS TOTALES
		TANGIBLE	INTANGIBLE		
004-8	51.85%	41.98%	6.17%	48.15%	100.00%
005-2	50.00%	44.59%	5.41%	50.00%	100.00%
006-6	43.14%	50.98%	5.88%	56.86%	100.00%
007-0	47.37%	47.37%	5.26%	52.63%	100.00%
007-6	45.24%	41.27%	13.49%	54.76%	100.00%
008-5	50.00%	46.00%	4.00%	50.00%	100.00%
009-A	44.19%	51.16%	4.65%	55.81%	100.00%
010-8	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100.00%
011-8	46.48%	45.07%	8.45%	53.52%	100.00%
012-2	50.00%	42.11%	7.89%	50.00%	100.00%
012-7	51.90%	40.51%	7.59%	48.10%	100.00%
013-1	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100.00%
013-7	51.32%	39.47%	9.21%	48.68%	100.00%
014-1	48.24%	45.88%	5.88%	51.76%	100.00%
014-6	50.00%	45.45%	4.55%	50.00%	100.00%
017-4	45.95%	48.65%	5.41%	54.05%	100.00%
017-A	32.94%	56.47%	10.59%	67.06%	100.00%
018-4	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100.00%
018-A	53.76%	40.86%	5.38%	46.24%	100.00%
019-4	44.07%	47.46%	8.47%	55.93%	100.00%
020-1	50.67%	45.33%	4.00%	49.33%	100.00%
020-7	50.77%	41.54%	7.69%	49.23%	100.00%
022-0	47.17%	47.17%	5.66%	52.83%	100.00%
022-6	53.23%	41.94%	4.84%	46.77%	100.00%
023-5	43.86%	49.12%	7.02%	56.14%	100.00%
024-5	48.21%	46.43%	5.36%	51.79%	100.00%
025-A	47.50%	47.50%	5.00%	52.50%	100.00%
026-4	41.67%	54.17%	4.17%	58.33%	100.00%
029-8	37.74%	54.72%	7.55%	62.26%	100.00%
031-5	41.98%	53.09%	4.94%	58.02%	100.00%
031-A	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100.00%
032-4	43.55%	51.61%	4.84%	56.45%	100.00%
032-A	42.57%	53.47%	3.96%	57.43%	100.00%
033-4	44.68%	51.06%	4.26%	55.32%	100.00%
033-9	51.11%	42.22%	6.67%	48.89%	100.00%
034-9	48.15%	48.15%	3.70%	51.85%	100.00%
039-1	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100.00%
040-3	41.54%	49.23%	9.23%	58.46%	100.00%
040-4	42.55%	51.06%	6.38%	57.45%	100.00%
042-3	47.15%	45.53%	7.32%	52.85%	100.00%
045-7	42.22%	51.11%	6.67%	57.78%	100.00%
046-6	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100.00%
047-6	46.08%	42.16%	11.76%	53.92%	100.00%
048-5	51.22%	43.90%	4.88%	48.78%	100.00%
050-8	47.62%	47.62%	4.76%	52.38%	100.00%
051-1	46.81%	46.81%	6.38%	53.19%	100.00%
051-2	42.50%	52.50%	5.00%	57.50%	100.00%
052-7	43.59%	51.28%	5.13%	56.41%	100.00%
053-1	42.86%	46.62%	10.53%	57.14%	100.00%
053-6	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100.00%

CAPÍTULO VIII, RESULTADOS.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

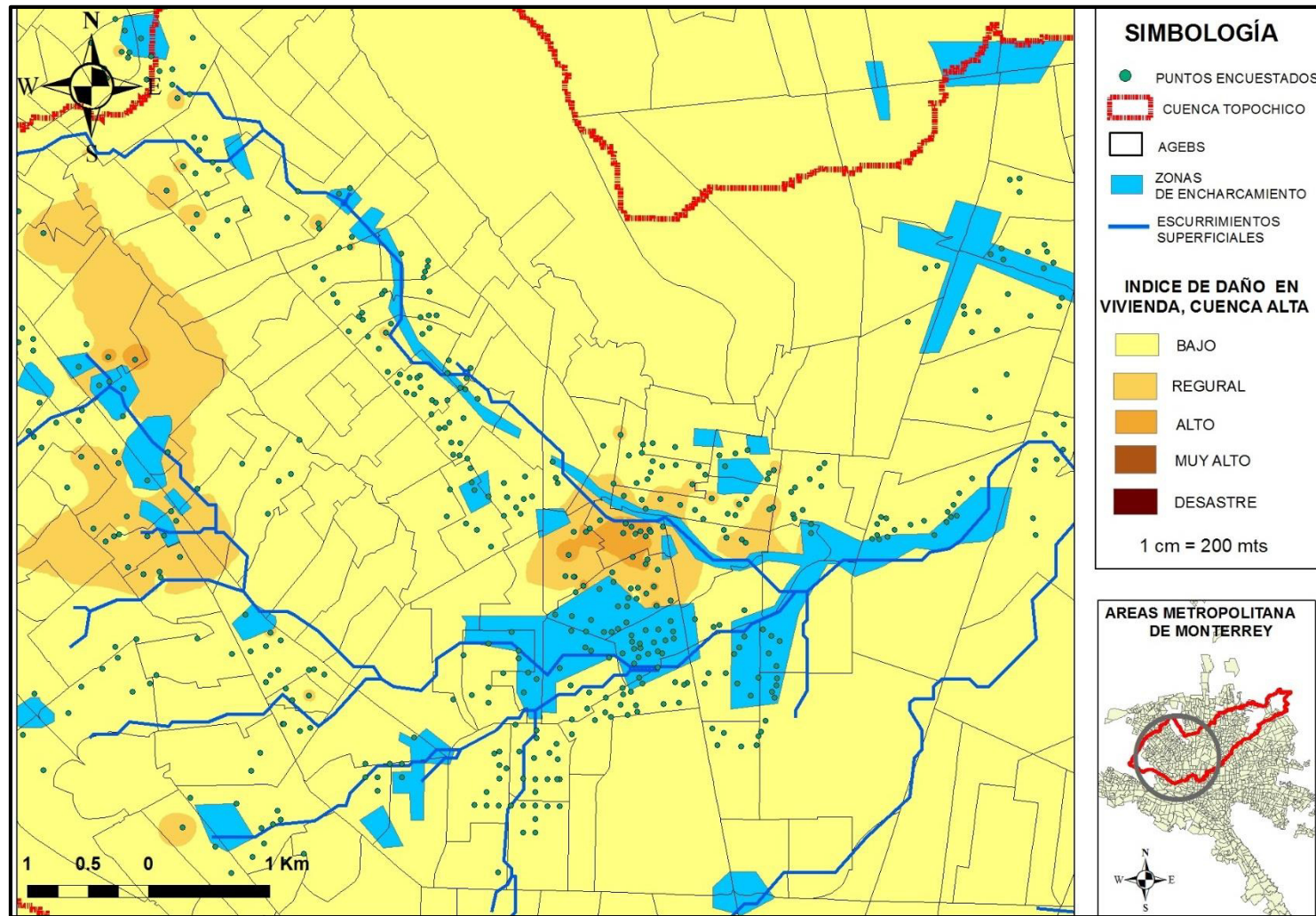


Fig. 8.1. Mapa de Agebs representando los daños intangibles post inundación en parte alta de la cuenca en estudio.

8.2. Análisis Factorial

El análisis de factores realizado, incluye el análisis de componentes principales y análisis de factor común, ambos con un enfoque estadístico utilizado para analizar la interrelación de un gran número de variables y para explicar estas variables en términos de las dimensiones subyacentes comunes, siendo estos los factores (Hair et al., 2010) Para determinar los factores explicativos de los efectos post-desastre en la zona en estudio, se llevó a cabo un análisis de correlación matricial Pearson en donde se eliminaron variables cuya correlación entre ellas era superior al 85%. Destacando las variables en relación a las hipótesis establecidas en esta investigación y tomando en cuenta el análisis de correlación matricial antes mencionado, resultaron 8 variables mostradas en tabla 8.3 que fueron utilizadas para el análisis factorial y el posterior análisis de componentes.

Tabla 8.3. Descripción y dimensión particular de variables a utilizar para el análisis factorial.

Variable	Descripción	Dimensión
UDEGKPRI	Personas con grado de estudios inferior a primaria.	Pobreza
CRPSAYL	Se consideran en riesgo por que ingresa agua y lodo asu vivienda.	Riesgo
TRATSI	Presenta afectaciones laborales y en sus tiempos de recorrido.	Daño Indirecto
ENFERPI	Enfermedades de piel y respiratorias por inundación.	Salud Física
MUPORINU	Muerte en relación a la inundación.	Daño Intangible
TEMYESTR	Personas con temor y estrés durante las lluvias.	Salud Mental
DAÑOVIV	Sufre algun tipo de daño en su vivienda por inundación.	Daño Directo
CTTRAR15	Se tarda mas de 15 días en recuperarse posterior a la inundación.	Resilencia

Se formaron de manera de condensada, a partir de las variables de la encuesta realizada un número de variables de la encuesta realizada en un grupo de variables aleatorias (factores) con una pérdida mínima de información.

En la tabla 8.4 se observan los factores explicativos del análisis de componentes principales reflejando el peso de cada variable por factor de las ocho variables seleccionadas, resaltando los valores de varianza superiores a 0.70 (Sánchez, 2009).

Tabla 8.4. Factores explicativos de las diferentes dimensiones post-inundación resultantes de la encuesta.

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (8 var Extraction: Principal components (Marked loadings are >.700000)			
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
UDEGKPRI	0.016245	0.046228	-0.935067	0.002629
CRPSAYL	0.788190	0.025437	-0.136872	0.029460
TRATSI	0.650605	0.076022	0.391722	0.020628
ENFERPI	0.038676	0.005958	0.011038	0.958428
PUPORINU	0.085084	0.770444	-0.133742	-0.061051
TEMYESTR	0.701879	0.062838	-0.061722	0.434114
DAÑOVIV	0.769478	0.028091	0.029185	-0.071195
CTTRAR15	0.009905	0.806039	0.096591	0.080236
Expl.Var	2.138358	1.256621	1.078531	1.123573
Prp.Totl	0.267295	0.157078	0.134816	0.140447

Al revisar el la cantidad de variancia acumulada para cada factor, siendo los eigenvalores obtenidos para las ocho variables mediante el análisis de componentes principales, se encontró que los cuatro Factores mostrados explican el 69.9 % de la totalidad de la muestra, como se muestra en tabla 8.5, por lo que se consideran tales factores como las dimensiones que arroja el trabajo de campo en esta investigación.

Tabla 8.5. Eigenvalores que explican para este análisis el 69.9 % de la muestra.

Value	Eigenvalues (8 variables) Extraction: Principal components			
	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	2.282157	28.52697	2.282157	28.52697
2	1.236035	15.45044	3.518192	43.97740
3	1.070296	13.37870	4.588488	57.35610
4	1.008595	12.60743	5.597083	69.96354

En la fig. 8.2 se presenta la gráfica de eigenvalores que muestra los valores propios asociados con un componente o factor en orden descendente en comparación con el número del componente o factor. Este análisis factorial permite evaluar visualmente los componentes o factores que explican la mayor parte de la variabilidad en los datos. Se observan los cuatro factores que explican el 69.9 % de la varianza.

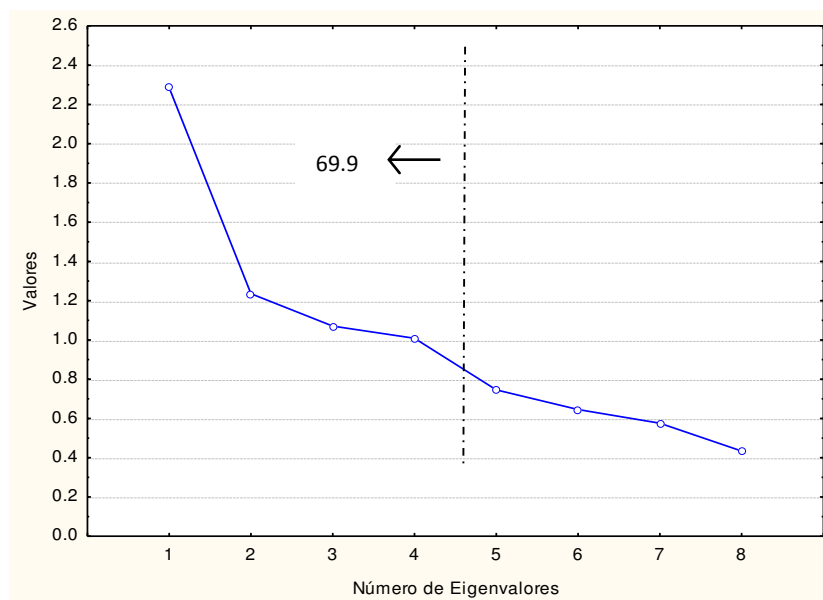


Fig. 8.2. Eigenvalores que explican para este análisis el 69.9 % de la muestra.

Importante mencionar que al realizar el análisis de comunalidades en tabla 8.6, para cada variable en el Factor 4 todas son mayores del 50 %, al aplicar la rotación varimax normalizada.

Tabla 8.6. Análisis de comunalidades para 8 variables en sus 4 factores.

Communalities (8 variables) Extraction: Principal components Rotation: Varimax normalized					
Variable	From 1 Factor	From 2 Factors	From 3 Factors	From 4 Factors	Multiple R-Square
UDEGKPRI	0.000264	0.002401	0.876752	0.876759	0.038108
CRPSAYL	0.621244	0.621891	0.640625	0.641493	0.331084
TRATSI	0.423287	0.429066	0.582512	0.582938	0.235650
ENFERPI	0.001496	0.001531	0.001653	0.920237	0.099842
PUPORINU	0.007239	0.600824	0.618711	0.622438	0.075297
TEMYESTR	0.492634	0.496583	0.500393	0.688848	0.380968
DAÑOVIV	0.592096	0.592885	0.593737	0.598805	0.269907
CTTRAR15	0.000098	0.649797	0.659127	0.665565	0.070811

Como resultado final del análisis de factores, se presenta a partir de la tabla 8.7, la relación de factores y su interrelación con las ocho variables. Para este estudio se agrupan en términos de las dimensiones subyacentes comunes. Por lo tanto, las principales dimensiones encontradas en esta investigación y que deben ser consideradas en la evaluación de daños por inundación son: Salud mental, resiliencia y educación.

Tabla 8.7. Descripción de Factores explicativos y sus variables.

FACTOR	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
1	CRPSAYL	SE VALIDA EL DAÑO A LA VIVIENDA POR INGRESO DE AGUA Y LODO CON NIVELES SUPERIORES A LA RODILLA IMPACTANDO EN LA GENERACIÓN DE TEMOR Y ESTRES, INFLUYENDO EN LOS TIEMPOS DE RECORRIDO: DIMENSION SALUD MENTAL (INTANGIBLE)
	TEMYESTR	
	DAÑOIVIV	
	TRATSI	
2	MUPORINUN	DESTACA MUERTES EN RELACION DE LA INUNDACIÓN COMO UN EFECTO INDIRECTO Y A LA VEZ INTANGIBLE AL NO PODER RECUPERARSE DEL EFECTO DE INUNDACION EN UN TIEMPO DE INUNDACION SUPERIOR A LOS 15 DIAS: DIMENSIÓN DE RESILIENCIA
	CTTRAR15	
3	UDEKPRI	DESTACA QUE EN LAS INUNDACIONES LA DIMENSION EDUCACIÓN TRASCIENDE AL TENER MAS EFECTO EN LA POBLACIÓN QUE TIENE EDUCACION MENOR A LA PRIMARIA
4	ENFERPI	SOBRESALE LA DIMENSION DE EFECTOS INDIRECTOS COMO ENFERMEDADES RESPIRATORAS Y EN LA PIEL

Por último se presentan los factor score por caso, es decir, por vivienda encuestada. Este proceso representa la medida compuesta creada para cada observación en cada factor extraído en el análisis factorial. El peso de los factores se utiliza en conjunto con los valores de las variables originales para calcular cada puntuación observada. Esta ranqueo representa para el caso en estudio la dimensión específica con sus respectivas variables mostradas en tabla 8.8, tomando en cuenta los 877 casos. La tabulación mostrada en tabla 8.8 permitió estimar los índices de los factores siendo el ranqueo antes mencionado.

Para la representación espacial del índice de daño se utilizaron técnicas de interpolación de Arcgis 10 con el fin de ubicar para cada caso encuestado en la extensión de la cuenca, estos mapas son mostrados en Fig. 8.3 y 8.4 para los representar los daños intangibles para las zonas altas y bajas de la cuenca.

CAPÍTULO VIII, RESULTADOS.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

Tabla 8.8. Tabla parcial de Factor score para los 887 casos y 8 variables.

Case	Factor Scores (8 variables) Rotation: Varimax normalized Extraction: Principal components			
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
1	0.84287	3.20716	0.22743	-1.06624
2	0.66838	9.96435	1.22985	3.42205
3	0.06711	3.32280	-1.58172	-0.11026
4	-0.98708	-0.13559	-1.56714	-0.03248
5	-0.98708	-0.13559	-1.56714	-0.03248
6	-1.12011	3.29891	-0.18277	-0.45869
7	0.90192	-0.28890	0.71606	3.33605
8	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
9	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
10	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
11	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
12	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
13	-0.98708	-0.13559	-1.56714	-0.03248
14	0.28955	-0.23177	-1.73095	0.12555
15	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
16	-0.19185	-0.20921	-1.58966	-0.38443
17	-0.98708	-0.13559	-1.56714	-0.03248
18	-0.19185	-0.20921	-1.58966	-0.38443
19	0.28844	-0.15173	1.01765	-0.49006
20	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
21	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
22	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
23	-0.30462	-0.20370	0.34282	-0.35647
24	0.06792	-0.14822	0.79808	-0.26011
25	-0.52513	-0.20018	0.12325	-0.12652
26	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
27	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
28	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
29	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
30	-0.50679	-0.07812	1.04017	-0.13811
31	0.86314	-0.22184	0.77555	-0.61207
32	-0.30462	-0.20370	0.34282	-0.35647
33	-0.50679	-0.07812	1.04017	-0.13811
34	0.75150	-0.29636	-0.04055	0.03151
35	-1.09984	-0.13008	0.36535	-0.00452
36	0.17679	-0.22626	0.20154	0.15351

CAPÍTULO VIII, RESULTADOS.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

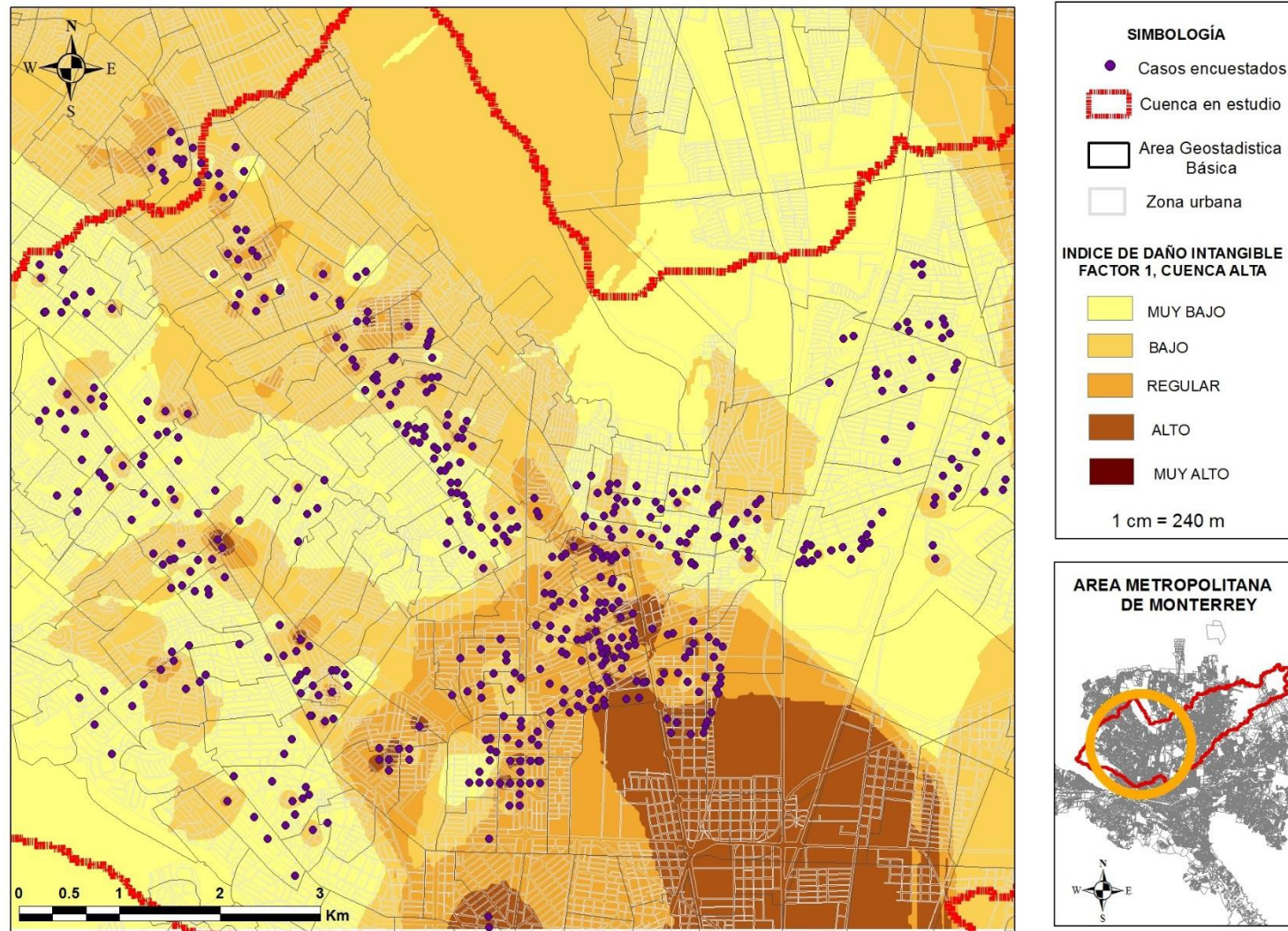
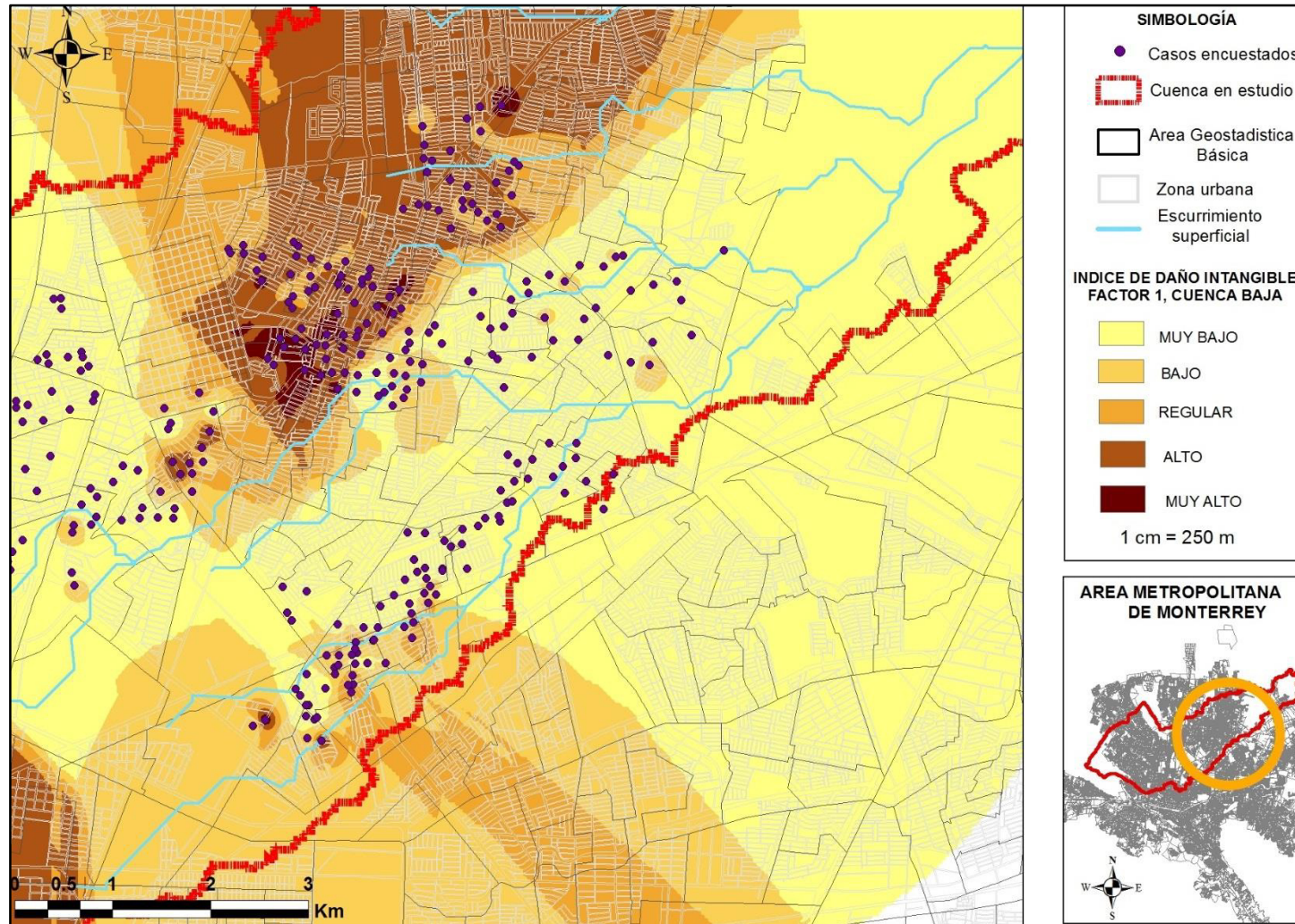


Fig. 8.3. Mapa de zonas de daños intangibles post inundación en parte alta de la cuenca en estudio, mediante interpolación por caso. Fuente propia.

CAPÍTULO VIII, RESULTADOS.

Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.



8.4. Mapa de zonas de daños intangibles post inundación en parte baja de la cuenca en estudio, mediante interpolación por caso. Fuente propia.

8.3 Regresión entre factores

Utilizando los datos Factor Score de tabla 8.8, en este apartado se realiza un análisis de regresión lineal entre factores utilizando el 2d Scatterplots del software Statistica 8.0. Este proceso tiene como fin el observar como los AGEBS se comportan en cuanto a la ponderación de cada factor, buscando cuales área presentan escenarios de simultaneidad en sus índices de daño así como desde un enfoque de outliers, los cuales tiene relación franca con variables de exposición y peligrosidad, de las variables década dimensión. Desde la perspectiva regresión solo demuestra que los factores son independientes.

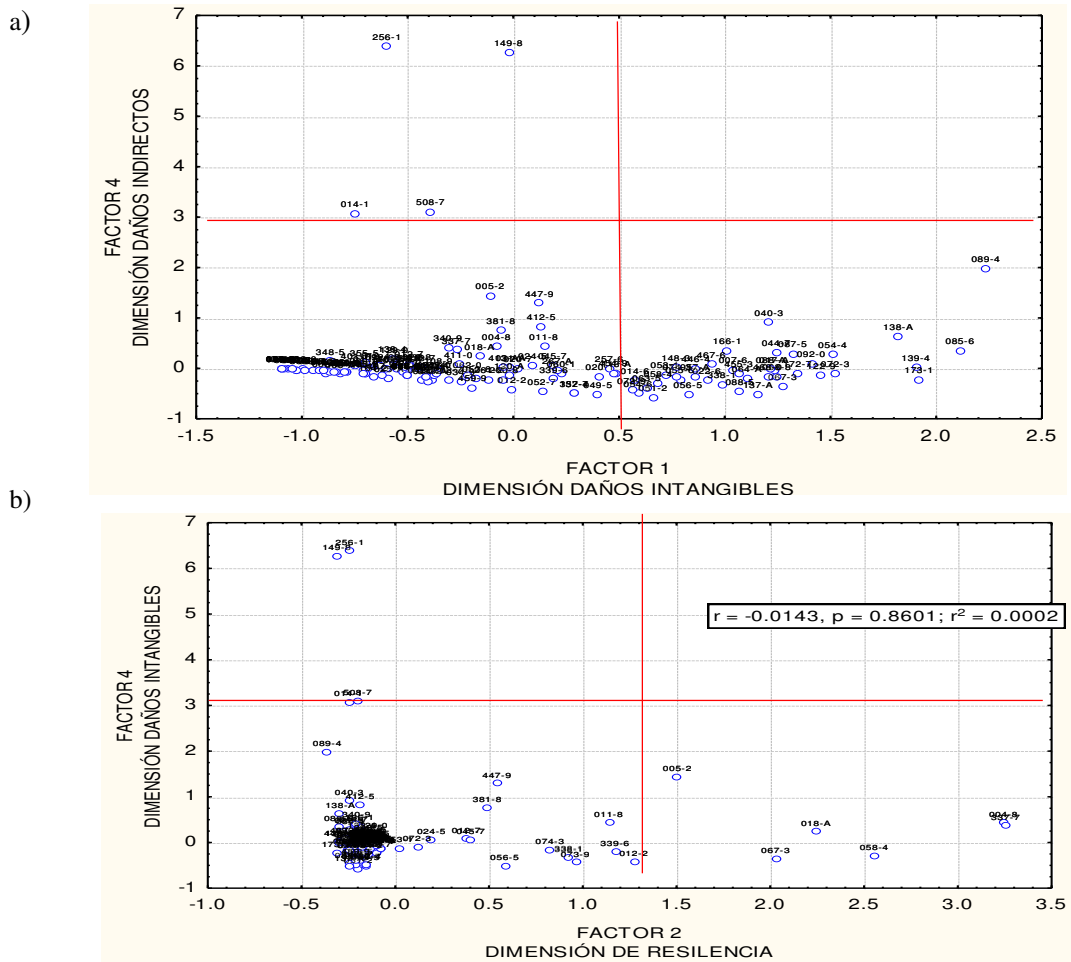


Fig. 8.5. Regresión de a) daños indirectos versus daños intangibles y b) Intangibles Versus resiliencia para 154 AGEBS

CAPÍTULO IX. DISCUSIÓN.
“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

CAPÍTULO IX

DISCUSIÓN

8. Discusión

Como consecuencia de los entornos urbanos de la civilización actual y de los escenarios del cambio climático, el análisis y estimación de los efectos por los riesgos naturales y antrópicos han transformado el contexto social e intelectual del trabajo científico. A la vez, han conducido, a una continua discusión acerca de su significado, propuestas y estrategias de solución en todas las disciplinas, con teorías, perspectivas y visiones, que tratan acerca del ambiente en relación con la sociedad, por lo que es justificable la búsqueda en la precisión de la magnitud de los riesgos y su efecto económico. Este documento aborda nuevas líneas de investigación sobre la evaluación de daños por inundación con un enfoque socioambiental y multicriterio permitiendo abordar nuevos conceptos, como: percepción del riesgo, movilidad accesibilidad, resiliencia, dimensión salud física, salud mental y el tiempo de evaluación post daño, en donde se abona en la reducción de la incertidumbre para la estimación de daños, con énfasis en los efectos indirectos e intangibles.

Siendo una investigación de carácter cuantitativo y cualitativo, tal como se muestra en el desarrollo del marco teórico se argumentaron las diferentes vertientes de análisis en relación con los riesgos por inundación, sus metodologías y principales componentes como son: la exposición, peligrosidad y vulnerabilidad, en el contexto de los daños por inundación buscando nuevas vertientes para la identificación de los efectos indirectos e intangibles.

En una primera fase, en las metodologías tradicionales de riesgos y daños por inundación (Smith, 1998), se destaca desde una perspectiva cuantitativa, a la altura de la inundación como la característica principal de la evaluación al estimar los daños por inundación a través de las curvas de profundidad-daño.

Se dejan a un lado variables como la velocidad del agua, su turbulencia, la duración de la inundación, arrastre y acumulación de tóxicos urbanos, o remoción de masa y arrastre de sedimentación, los cuales tienen un impacto significativo en daños por inundación, estas variables erróneamente no son incluidas en los análisis de daños por la alta correlación con la profundidad de inundación sin embargo tienen una influencia en los

daños indirectos e intangibles (Penning et al., 2003). Los modelos hidráulicos permiten determinar características hidráulicas más específicas de la inundación mencionadas previamente (Ian et al, 2007; Gillen et al., 2010), sin embargo, la evolución conceptual de estas metodologías y el uso de nuevas herramientas tecnológicas para reducir el grado de incertidumbre en la estimación de los daños por inundación requieren ser ampliadas mediante nuevas líneas de investigación (Vanderkimpen, 2009; HEC, 2012).

Esta parte cuantitativa fue considerada en la encuesta realizada tomando en cuenta los diferentes mapas de los atlas del riesgo del área metropolitana así como las inspecciones de campo y aspectos de percepción de la sociedad quienes validaron por vivencias la presencia de otras variables, como lodo, fuerza y velocidad del agua, adicional a la profundidad de la misma.

Por otro lado en esta primera fase, los rasgos sociodemográficos de la población en la zona en estudio fueron fundamentales para el análisis cualitativo de los efectos post-desastre, las dimensiones pobreza, salud, educación, edad, género y nivel de ingreso influyeron directamente en el grado de vulnerabilidad que la zona en estudio enfrenta ante inundaciones. Estos resultados con apego a la teoría que menciona los escasos intentos en diferentes países, al considerar estas variables sociales durante la evaluación de daño post desastre, tal es el caso de Lekuthai (2001), sin embargo en la gran mayoría de los países en desarrollo y subdesarrollados estos criterios no son considerados generando así subestimación de la magnitud de los daños detectados. Esta vertiente de subestimar daños se suma al causal de incertidumbre. Cabe mencionar que, en México el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), ha presentado censos cada cuatro años en los cuales se detecta y valora los rasgos en mención, sin embargo, los criterios de medición de variables sociales han cambiado, ya que la cantidad de preguntas es modificada en cada censo, ocasionando así lagunas en sus bases de datos que relacionan los diferentes daños y perspectivas que tiene la población ante un desastre. En el diseño de la encuesta usada en este estudio se lograron involucrar los factores sociales y su evolución detectando espacialmente diferentes grados de vulnerabilidad que presenta la zona en estudio en relación a los efectos indirectos e intangibles.

Una vertiente adicional en relación a la incertidumbre de daños por inundación ha sido la escala de análisis, por lo que en una segunda fase de esta investigación, se aborda el primer elemento de riesgo, la exposición. En este sentido, cabe mencionar que tradicionalmente los análisis de riesgo han sido analizados a nivel macro escala o meso escala, estimando resultados a nivel Nacional, Regional o estatal, impidiendo detectar puntos o zonas específicas expuestas a los efectos de un desastre y por lo tanto zonas urbanas vulnerables y con mayor daño ante una inundación. Para atender tal problemática se aplicó en la zona una encuesta en la zona en estudio “Cuenca del Arroyo Topo Chico” una escala micro, mediante el desarrollo de un sistema de información geográfica a nivel manzana se valoraron las zonas susceptibles a inundación, considerando rasgos fisiográficos, las variables de peligrosidad, y Áreas Geoestadísticas Básicas de las cuales se pudieron extraer diferentes variables sociales considerando el desarrollo urbano actual, tal como se consignó en la figura 5.8.

Resultados relevantes en la discusión sobre la exposición como elemento de riesgo, podemos mencionar, en primer lugar: la evolución urbana del AMM y en especial la zona en estudio cuyo crecimiento acelerado inició partir de 1960 como se ilustra en figura 5.7, ocasionando que desde 1983 se presentaran los primeros casos de daños severos por inundación en las partes bajas de la cuenca en estudio, siendo distintos a los presentados históricamente en las márgenes del río Santa Catarina. A partir de este último año las autoridades iniciaron con el desarrollo del primer Atlas de Riesgo para el Área Metropolitana de Monterrey, el cual se basó en testimonios más no en un estudio hidrológico e hidráulico formal, generando una falsa seguridad al realizar inversión de obra pluvial en puntos de riesgo detectado. Se observa durante las últimas décadas que el problema persiste en las mismas zonas con crecimiento en las nuevos desarrollos habitacionales comerciales e industriales conurbados.

Este alto crecimiento urbano desordenado en el área expuesta a precipitaciones cada vez más intensas, incrementó el volumen de agua pluvial por escurrir hacia las partes bajas y

a su vez redujo el tiempo de respuesta en la salida de la cuenca tomando por sorpresa a la población ante niveles súbitos de agua en calles y viviendas. Los rasgos geográficos ahora más densos urbanísticamente, para las nuevas condiciones climáticas y por la orografía propia de la zona en estudio, presentan velocidades altas, remoción de masa y arrastre de sedimentos con daños frecuentes a la infraestructura urbana. Como se visualiza en la figura 5.7 la parte urbana en estudio ocupa un 90 % de la cuenca, la cual refleja que ha sido alterada en su cobertura vegetal. Se aparenta desde el punto de vista hidrológico que los gastos máximos esperados y el tiempo de respuesta de la cuenca llegaron a su límite, sin embargo ahora con los nuevos desarrollos urbanos verticales, grandes edificios desarrollados en pequeñas áreas se incrementó la superficie de captación y en consecuencia los gastos máximos esperados como escurrimiento generando nuevos daños en diversidad y magnitud. Otra característica hidrológica que afecta en el incremento de la magnitud de los escurrimientos es la cada vez mayor instalación de infraestructura pluvial, donde se han rectificado y sustituido cauces con la construcción de colectores y canales revestidos, transmitiendo una aparente seguridad a las viviendas colindantes sin embargo durante esta investigación se detectó como variable relevante la percepción de temor en la zona en estudio, ratificando que la construcción de obras pluviales no es la solución única para mitigar los daños por inundación.

Otro aspecto relevante a resaltar es el individuo expuesto a los desastres de inundación, dentro de la zona en estudio. Las características sociodemográficas son muy variadas principalmente en la parte alta de la cuenca, los niveles económicos varían de niveles económicos altos hasta zonas con elevados niveles de pobreza y marginación cuya densidad media urbana sobrepasa los 110 habitantes por ha. Esta variedad se refleja en los grados de resiliencia que tiene la población. Además de los niveles de pobreza se muestra en tabla 5.2 los porcentajes en infantes y personas de la tercera edad sobrepasan el 35 % de la población siendo estos grupos vulnerables al enfrentarse a diferentes situaciones de riesgo por inundación y arrojan un alto número de efectos indirectos e intangibles. Los aspectos físico y sociodemográficos existentes en estudio fueron considerado durante el diseño de la encuesta con el fin de detallar los diferentes actores expuestos.

Analizando en una tercera fase la peligrosidad como un elemento más del riesgo y a la cual está sujeta la región noreste del país, se observan aspectos relevantes a discutir. En primer término los nuevos escenarios del cambio climático han influido en el comportamiento espacio-temporal de los diferentes tipos de precipitaciones. En la figura 6.3 se ilustran de manera independiente las rutas de huracanes y tormentas tropicales que han afectado la zona urbana del área metropolitana de Monterrey, además se desglosa su histórico efecto negativo en tabla 6.1 que ha impactado en la zona urbana, destacando afectaciones a las vías de comunicación, daño a vivienda, éxodo y muertes entre otras afectaciones, destacando que desde el primer evento climático siempre han existido los efectos indirectos e intangibles. En la figura 6.4 se observa, como los eventos extremos de precipitación presentan recurrencia cíclicas de gran magnitud que han afectado seriamente al AMM, donde se espera que la peligrosidad por lluvias intensas será un factor permanente en la región y en la zona en estudio. Pese a la deficiencia en cantidad y precisión en los instrumentos de medición meteorológica a nivel nacional, siendo este otro factor adicional que genera incertidumbre en la gestión de riesgos por inundación, se ha podido comprobar que las precipitaciones en la zona en estudio se caracterizan por largos periodos de sequía, y los eventos extremos que competen a esta investigación cuya frecuencia aproximada es de 1 o 2 lluvias por año (González 1973), caracterizándose por poca duración e intensidad alta, generando grandes afectaciones en su paso a la zona urbana.

El segundo término es la peligrosidad, relacionada a los escurrimientos naturales de la zona en estudio, los cuales han sido modificados durante el crecimiento urbano desordenado, en donde sus características físicas, planicies y zonas montañosas, se suman a las condiciones climáticas adversas incrementado el grado de peligrosidad. Diferentes autores y desarrolladores de atlas de riesgo han modelado con un cierto grado de proximidad a la realidad, sin embargo tales modelaciones hidráulicas carecen de precisión al no considerar una menor escala en su simulación y además de no incluir la infraestructura urbana existente en sus arroyos como puentes, vados, ductos, colectores etc., siendo este otro factor que se suma a la incertidumbre en gestión de riesgos. Es importante abundar en nuevas líneas de investigación sobre rectificación en modelaciones

hidráulicas en zonas urbanas, ya que, el disponer de mayores detalles de las características hidráulicas, además de la profundidad, se estimarán con más precisión los efectos indirectos e intangibles en zonas urbanas. Los aspectos de percepción de peligrosidad de la población ante eventos hidrometeorológicas extremos fueron tomados en cuenta durante el desarrollo de la encuesta aplicada.

En una cuarta fase se discute como las evaluaciones de daño por inundación, se han realizado en la actualidad solo desde un enfoque cuantitativo, considerando el daño solamente, como un recurso económico necesario para restaurar la zona afectada por el desastre, buscando remontar a su estado original antes del desastre (Grigg et al., 1974).

Sin embargo, no es siempre lo cuantitativo lo único a evaluar. La base de esta investigación es el considerar el enfoque cualitativo para la estimación de los daños indirectos e intangibles, lo cual, para su análisis preciso implicó el incluir en los procesos de evaluación, estudios sociales y psicológicos sobre la población afectada tal como lo establece Breaden, (1973) entre otros autores. La imprecisión en la evaluación de daños ha sido causada por la carencia de datos, mala valoración del gasto por unidad dañada, el tiempo de evaluación post desastre y por la escasa tipología en la identificación de los daños, como el no considerar los efectos indirectos e intangibles generando así, una sensación de incertidumbre al evaluador o investigador al estimar y valorar los daños monetarios post inundación (Fonden 2004; Lekuthai et al., 2001; CNA, 2010). Un factor clave para la identificación de daños indirectos e intangibles fue el tiempo de evaluación postdesastre. Tradicionalmente los planes de mitigación por parte de las autoridades para restablecer el orden urbano y las condiciones básicas de salud en la sociedad, se realizan mediante inspección física y encuestas directas a la población en sus viviendas en un tiempo máximo de 5 días ocurrido el desastre.

Esto facilita la gestión de recursos para la restauración de las zonas habitacionales y la infraestructura dañada. Sin embargo la posición diferentes autores indica que la población presenta la mayor parte de los efectos indirectos e intangibles posterior a los 7 días, resaltando que los daños pueden llegar a ser permanentes posterior a los 30 días. Por

lo anterior se destaca que la encuesta aplicada por parte de la autoridad para mitigar los efectos tres años posteriores a la última tormenta tropical Alex, no permitió detectar una amplia variedad de daños que la población sufrió. El trabajo de campo efectuado permitió evaluar los daños sin la presión simultánea de reacondicionar su vivienda y salvar a su familia.

Estas dimensiones fueron planeadas durante el diseño de la encuesta aplicada a la población ubicada dentro de la zona en estudio, dado que fue estructurada agrupando los diferentes rasgos que causan incertidumbre en los elementos que componen el riesgo y en la estimación de daños post inundación, tomado en cuenta la posición de diferentes autores en relación con las variables y dimensiones no abordadas en las teorías actuales, tales como: la salud física, salud mental, percepción, resiliencia, temor, ansiedad entre otras, logrando realizar esta investigación con carácter interdisciplinario, arrojando una nueva metodología para la estimación de daños indirectos e intangibles. Esta metodología de análisis y gestión de riesgo con un enfoque socioambiental y con la elaboración de análisis de factores y componentes principales sobre variables técnicas de dimensiones técnicas, socioeconómicas, pobreza, salud física y mental, posibilitó estimar los elementos determinantes en la evaluación de daños indirectos e intangibles de manera espacio temporal para la zona en estudio.

Algunos descriptores generales de los casos investigados, indican que el 60.5 y 30.5 % de las personas encuestadas son mujer y hombre respectivamente, el 47.53 % de los encuestados tiene una edad igual a superior a los 50 años y además con residencia en el AMM, reflejando en forma clara una percepción de tormentas históricas y sus efectos, tales como los Huracanes Gilberto, Alex, Katrina, Emily entre otros. Otra característica relevante es la parte alta norte-poniente de la zona en estudio la cual cuenta con población en su sección 51 según Martínez et al 2009, con zonas de pobreza extrema y marginación alta. Casi un 95 % sus viviendas son de block con piso y techo de concreto y el 46.5 y 51.5 % la forman viviendas de uno y dos niveles respectivamente.

Según la teoría, este tipo de material de construcción mitiga la gravedad del daño directo a la vivienda y el contar con un segundo piso reduce las pérdidas de menaje al

contar con una alternativa para salvaguardar sus pertenencias, además ahora con los medios de comunicación se pueden llevar a cabo medidas de prevención o de alerta temprana para proteger a la población.

La encuesta aplicada se planeó de una manera tal que cubriera en lo mayor posible la cantidad de AGEBS dentro de la zona en estudio, siendo 152, con características socioeconómicas distintas. Aprovechando la experiencia obtenida en el Pretest realizada en una microcuenca urbana del sur poniente del área Metropolitana de Monterrey y con la permanente capacitación y retroalimentación de los encuestadores, se logró afinar en los tiempos de ejecución de la encuesta, dar más formalidad en el contenido de la misma, tratando de darle agilidad a las preguntas y sobre todo generar confianza a los encuestados.

Además se afinaron horarios de trabajo, rutas apropiadas con un enfoque aleatorio en la selección de la vivienda a encuestar. Importante mencionar que las problemáticas más frecuentes para el desarrollo del trabajo de campo fueron las condiciones climáticas y principalmente la inseguridad que se vive en la zona metropolitana de Monterrey lo que repercutió en atraso para el llenado de las encuestas.

En una última fase se inicia la discusión con la tipología de daños en la zona en estudio, donde tomando en cuenta todas las variables que generan incertidumbre en la estimación de daños los resultados en la zona en estudio fueron efectos directos 47.16%, indirectos 52.84%, donde los efectos indirectos tangibles ocuparon el 46.11% e indirectos intangibles 6.73%. Se destaca la diferencia notoria que autores como Baro et al., (2007) y Kates, (1965), consideran los efectos indirectos como un 15 % siendo un valor muy distante de lo obtenido en este estudio dada la mitigación de los niveles de incertidumbre atendidos. Además los valores intangibles encontrados aunque su valor aparentemente es bajo se distinguen de lo nulo que ha sido considerada en estudios previos.

Arrojo (2008), observa que no se deben considerar únicamente los resultados de un análisis costo beneficio en la evaluación definitiva de daños por inundación.

Aún los recientes métodos económicos para la estimación de los daños intangibles, siempre hay tipo de daños que han sido cuantificados económicamente, o que la sociedad no acepta en términos monetarios, entre ellos, la pérdida de vidas, salud física y psicológica, pérdida de objetos de valor sentimental, reliquias y la pérdida de patrimonio cultural (CNA, 2010). Los enfoques actuales y de vanguardia de la evaluación de daños por inundación no tienen en cuenta estos efectos, si bien estudios empíricos han demostrado que las personas se lamentan por lo general por estos daños intangibles que no son reportados (Green et al., 1994). Por lo tanto, a fin de tener en cuenta estos efectos en la evaluación de las estrategias de gestión de las inundaciones riesgo, los métodos multicriterio deben aplicarse en el contexto del análisis de daños por inundaciones y evaluación de riesgos. Estas posiciones de los autores resaltan las deficiencias en la evaluación de daños siendo un reto considerable sobre la investigación de vulnerabilidad y gestión del riesgo ante inundaciones y que en el futuro la precisión en la estimación de daños debe tener énfasis en la identificación y cuantificación de los daños indirectos e intangibles.

Por otro lado aplicando el análisis estadístico de las variables encuestadas, después de realizar las correlaciones entre dimensiones, agrupar variables en relación a la mayor vulnerabilidad, y eliminar aquellas que tuvieron respuesta nula, resultando ocho variables las cuales son: Personas con grado de estudios inferior a primaria; Presenta afectaciones laborales y en sus tiempos de recorrido; Muerte en relación a la inundación; Enfermedades de piel y respiratorias por inundación; Se tarda más de 15 días en recuperarse posterior a la inundación; Personas con temor y estrés durante las lluvias y que sufre algún tipo de daño en su vivienda por inundación. Realizando el análisis de factores y componentes principales resultaron cuatro factores, Dimensión en la salud mental por temor y estrés, dimensión de la resiliencia, dimensión educación y dimensión de la salud física, los cuales explican el 69.9 % de la varianza total y las variables que las conforman están altamente relacionadas con la estimación de daños indirectos e intangibles.

El considerar dimensiones no solo técnicas, durante la evaluación de daños post inundación, permitirá reducir el grado de incertidumbre en la evaluación de daños post-desastre.

Los resultados de esta investigación sustentados en los datos recopilados en campo, confirman que el área en estudio se encuentra en una zona con vulnerabilidad socioambiental, dada la alta exposición a sufrir daños ante la peligrosidad de los frecuentes eventos hidrometeorológicos extremos. Por otro lado la ubicación de zonas urbanas al pie de montaña en la zona en estudio no solo niveles de agua, si no velocidades elevadas, presencia de remoción de masa, el abordar aspectos sociodemográficos de manera interdisciplinaria, se abona en esta nueva metodología para la estimación de daños indirectos e intangibles.

La población de la zona en estudio presenta diferentes grados de percepción, dada su edad, nivel de estudio y antigüedad en la vivienda se detectó que observando que arriba del 40% perciben un riesgo en su familia o patrimonio para grupo de edad no mayor a los 40 años. Se destaca que un grupo de personas encuestadas han experimentado frecuentes situaciones de temor por inundación siendo la más reciente el arribo de la tormenta tropical Alex en el 2010, en donde algunas colonias de la zona en estudio están conformadas por habitantes reubicados a causa de eventos hidrometeorológicos previos. El incluir dimensiones de salud, socioeconómicas y psicológicas en esta investigación, permitió detectar variables como temor, riesgo en la familia, riesgo en el patrimonio, epidemias y enfermedades gastrointestinales que suman en la identificación de efectos indirectos e intangibles.

Sumando a esta problemática de subestimación de daños, diferentes autores descartan los indicadores de vulnerabilidad socio-económica en un sentido más amplio, factores tales como la preparación individual y pública antes de las inundaciones, la calidad de las estrategias de supervivencia durante una inundación y, en estrecha relación con esto, la percepción de riesgo de inundación en la población afectada son generalmente excluidos de los cálculos previos daños por inundación.

La preparación individual en términos de medidas técnicas de adaptación a las inundaciones puede reducir el daño en un rango de 5-30% (Merz, 2004). En este contexto se valida la posición del autor en esta investigación, ya que, variables con alta correlación como grado de estudio, la edad y limitaciones por discapacidad influyen en el grado de riesgo y a su vez en la estimación de daños indirectos e intangibles post inundación.

El sistema de información geográfica desarrollado muestra un mapa de daño potencial que agrupa la totalidad de la tipología de daño por inundación el cual es mostrado en la Fig. 8.1. Las escalas de grado de daño se categorizaron como grado nulo a muy alto, siendo los 35% de la población ubicadas en el grado alto y muy alto destacando los efectos indirectos e intangibles relacionados con la salud física y psicológica. Daños no considerados por la autoridad por la urgencia de mitigar el daño por inundación en días posterior a la tormenta tropical Alex, impidió considerar los efectos de la inundación en el sectores como: salud, legal, valor sentimental, aspectos laboral entre otros, siendo ellos los efectos indirectos e intangibles y que son validados por el análisis de componentes principales previo.

En la figura 8.2 se ilustran el mapa de daños intangibles en relación a la vivienda, donde se observa una baja zona de daños en prácticamente la mayoría de la zona en estudio, esto obedece a las características de construcción de la vivienda donde predominan las edificadas de block y concreto. En este mismo mapa se observas algunos puntos de alto grado de daño denominado muy alto, como consecuencia de la confluencia de dos arroyos y zonas al pie de montaña donde se presentan efectos de remoción de masa.

Sin embargo al analizar la figura 8.3, para los efectos intangibles relacionados con temor estrés se observa un grado de índice de daño en toda la extensión de la cuenca, siendo los valores alto y muy alto en la parte baja de la cuenca en donde desemboca el agua pluvial proveniente de la totalidad de la cuenca existe confluencia de otros arroyos y hay un alto grado de hacinamiento en la población. Además se presentan niveles altos en relación a las arterias viales existentes en el área metropolitana de Monterrey, dado la

relación del atraso vehicular, presentado, el temor a ser arrastrado por el agua o poder ser afectada su salud.

Históricamente en la estimación de daños desde un enfoque preventivo o para establecer medidas de recuperación para volver a las condiciones ordinarias de la población, se han aplicado metodologías de evaluación que dejan un grado de duda o incertidumbre. Los elementos que conforman tal duda o error han sido observados nivel mundial, en diferentes tratados y recomendaciones de organismos internacionales como se ha expresado en la Cumbre Mundial de Desarrollo Sustentable (WSSD). Ello invita a reflexionar sobre la gestión de riesgo durante la evaluación de daños pres y post-inundación ante los cambiantes escenarios del cambio climático, así como, la necesidad de los daños indirectos e intangibles integrando diferentes perspectivas disciplinarias para disipar grados de incertidumbre en la mitigación del desastre.

Respecto a la zona en estudio, la susceptibilidad de la población ubicada en esta zona montañosa, no solo es por la razón de falta de estructuras de control de inundaciones, ni por la mala cultura que se tiene de tirar basura en las calles y crear taponamientos en ductos pluviales, sino es factor también la incorrecta planeación del crecimiento urbano el cual ha sido desordenado. A falta de información técnica y social de los daños provocados por eventos hidrometeorológicos en diferentes zonas, y con la comparación de estudios hidrológicos que muestran la ruta y sentido de cauces situados en un espacio urbanizado, los sistemas de información geográfica fueron una buena plataforma de referencia para agrupar las diferentes metodologías y resultados expuestos en este documento. Se observa en los mapas generados que los daños indirectos e intangibles se concentran al pie de montaña relacionando los efectos de la remoción de la masa, así como, en la confluencia de los arroyos tributarios. El ubicar la información particular de los datos sociales nos permitió acercarnos lo más posible a la realidad de los daños sufridos ante una posible o vivida inundación, y no depender solo de datos oficiales que se destacan por solo medir el efecto directo inmediato y único, que no se apegan a una toma de muestra representativa en la captura de datos de daño.

Es grande la cantidad de viviendas en el AMM que se encuentran en zonas vulnerables a daños por este tipo de eventos y es poco el conocimiento que se tiene acerca de su ubicación geoespacial, por lo que es muy importante que los organismos encargados de la planificación de crecimiento urbano, como los encargados de la prevención de desastres naturales se interesen por asociar los daños provocados en la microcuenca en estudio a otras zonas con similar geoformología y condición urbana socioeconómica.

En las figura 8.4 se observan cantidad alta de AGEBS con daños intangibles y simultaneidad baja de daños indirectos e intangibles. Por otro lado se ilustra en la figura 8.5 en la regresión de daños intangibles versus resiliencia, la baja capacidad de la población de recuperarse posterior a una inundación aun considerando AGEBS con daños por inundación escasos.

CAPÍTULO X

CONCLUSIONES

9. Conclusiones

Históricamente la sociedad ha sufrido los embates de eventos hidrometeorológicos extremos que repercuten en inundaciones cada vez más frecuentes y de mayor gravedad en sus centros de población, como consecuencia de los nuevos escenarios del cambio climático. La recurrencia de este tipo de desastres ha estado asociada con mayor diversidad y magnitud en afectaciones a la población. En su evaluación postdesastre se han subestimado los daños al utilizar metodologías limitadas.

En este contexto, con el fin de abonar en la mitigación de la incertidumbre en el análisis de daños post-inundación, en esta investigación se desarrolló una metodología para estimar los daños directos, así como los indirectos e intangibles, considerando diferentes dimensiones desde un enfoque interdisciplinario.

En este apartado se resumen los aspectos concluyentes de este documento. Iniciando con el desarrollo del marco teórico, la posición de diferentes autores en la estimación de los daños indican que solo se han considerado los efectos directos de la inundación, es decir, afectaciones a objetos materiales con que el agua tiene contacto. Se resalta que en los efectos directos la dimensión técnica utilizada ha sido la profundidad del agua, como única variable en el análisis de inundación, acompañada del uso de escalas metropolitanas o regionales. Sin embargo, al abordar otras variables técnicas, como salud y sociodemográficas, diferentes autores sustentan que existe una gran variedad de daños inmateriales no directos que la sociedad enfrenta en cada inundación. Estos no han sido considerados bajo el argumento de una dificultad metodológica y los denominan daños indirectos e intangibles.

El criterio metodológico interdisciplinario utilizado en el siguiente apartado de esta investigación consiste en analizar dos vertientes: La primera es lo cuantitativo, basado en el desarrollo de modelos lluvia escurrimiento que toman en cuenta el comportamiento de variables climáticas, como la precipitación y su relación con la parte geográfica de la zona en estudio. Los criterios metodológicos cuantitativos utilizados a la fecha cumplen con la posición de diferentes autores, así como con las normas nacionales e internacionales de modelos hidrometeorológicos, sin embargo, quedan otras variables sin ser incluidas. Por lo que en esta metodología se aporta otros aspectos que pretenden dar más precisión en el análisis de daños adicional a la profundidad del agua, como: el uso de micro-escala mediante el uso de AGEBS, la velocidad del agua que incide en el arrastre de personas u objetos, y la presencia de remoción de masa (lodo en vivienda y calles). Además, para este estudio la unidad de medición es la cuenca hidrológica, como la cuenca Topo Chico, localizada en el área metropolitana de Monterrey.

Respecto a la metodología cualitativa, la aproximación a las diferentes dimensiones sociales, como sociodemográficas y de salud, en un desastre por inundación, se realizó un diseño muestral con estas dimensiones, incluyendo la técnica descrita en el párrafo anterior. En apego a tal diseño, en la cuenca Topo Chico se realizó un muestreo estratigráfico y aleatorio, basado en la posición de diferentes autores y en el resultado del estudio preliminar aplicado a una microcuenca con características fisiográficas similares. Al concluir tal muestreo para 882 casos en 362 AGEBS ubicados en la zona de estudio se integraron las vertientes cuantitativas y cualitativas para el análisis de daños post-inundación, logrando así, agrupar las diferentes variables desde un nuevo enfoque socioambiental que permitió identificar daños indirectos e intangibles. También, aspectos como pobreza, accesibilidad, inseguridad, educación, mortandad, percepción de riesgo, salud física y mental, entre otros, fueron considerados en este estudio. Se concluye que este nuevo método interdisciplinario aporta en la identificación de datos en el análisis de daños dada la limitada información que los organismos de evaluación de daños y dependencias locales o nacionales plasman en su base de datos oficiales.

En este estudio el apartado de exposición resalta, como el crecimiento urbano y la orografía existente, incidiendo directamente en el grado de riesgo por inundación. A partir de la década de 1960 en el Área Metropolitana de Monterrey la mancha urbana se extendió súbitamente, generando nuevos escenarios de riesgo al ser alteradas las características fisiográficas de la cuenca Topo Chico. Asimismo, los desvíos de arroyos naturales; reducción de área de infiltración por la mayor presencia de pavimento y concreto; asentamientos en las márgenes de los arroyos cambiando su sección natural; obstrucción de arroyos, por la construcción de puentes y el incremento de residuos sólidos urbanos, causantes de incrementos de riesgo por inundación en la zona de exposición. Desde una perspectiva social, en la zona en estudio la población debe ser considerada un elemento expuesto a sufrir daños por inundación, ya que los rasgos de pobreza, grado de educación, edad, nivel de discapacidad y salud física o mental, influyen directamente en las diferentes etapas del riesgo, como prevención, mitigación y adaptación.

En esta investigación se abordan los efectos indirectos e intangibles. Así, en los resultados destaca que gran parte de la población expuesta habita una vivienda con una antigüedad residencial de 40 y más años, por lo que han vivido y enfrentado diferentes escenarios de riesgo por inundación ante eventos hidrometeorológicos extremos, proporcionando mayor diversidad y precisión en los daños por inundación, y resaltando los efectos indirectos e intangibles.

En el Área Metropolitana de Monterrey tales eventos climáticos han causado serios daños no materiales en todos sus sectores urbanos, sin embargo, no han sido considerados en la evaluación económica de cada desastre vivido. Pese a estar ubicada la zona en estudio en una zona semidesértica, con precipitaciones medias anuales inferiores a los 800 mm, tanto las lluvias orográficas, convectivas y, principalmente, las ciclónicas, han dejado huella históricamente a la ciudad de Monterrey. En el apartado de peligrosidad se comprobó la recurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos con una frecuencia de entre 10 y 20 años, estadísticamente son susceptibles a presentarse aún con mayor magnitud en cualquier año. Por lo anterior, se afirma que el Área Metropolitana de

Monterrey permanece en una peligrosidad constante y cada vez con mayores efectos, dados los nuevos escenarios del cambio climático.

Debido a la combinación de creciente peligrosidad, mayor área de exposición y población con altos niveles de pobreza, que reflejan altos niveles de vulnerabilidad en el área metropolitana de Monterrey, es necesario incrementar su comprensión de los elementos del riesgo a través de la investigación. También, los resultados del análisis de los daños por inundación reflejan una alta variedad y frecuencia, dificultando a las autoridades solventar las estrategias de mitigación dada la escases de recursos, que es muy común en países. Así, en el capítulo de Daños se establecieron diferentes escenarios y un complemento a la tipología actual de los efectos por inundación, incluyendo componentes sociales, psicológicos y temporales (tiempo de captura en campo) de los daños post inundación, resaltando su relevancia en la estimación de daños indirectos e intangibles.

En una primera fase los resultados indican que las planicies de inundación mostradas gráficamente y obtenidas con modelos lluvia escurrimiento coinciden con lo arrojado por la encuesta aplicada; la remoción de masa influye en la vulnerabilidad de la población, destacando que esta variable técnica no ha sido considerada en los criterios de metodologías actuales; coinciden con otras investigaciones los resultados obtenidos en la cuenca Topo Chico sobre la agrupación de daños directos, indirectos e intangibles y ponderados entre sí, al constatar que los efectos indirectos llegan a representar el 15% del total de daños, sin embargo, en algunos AGEBS los efectos indirectos representaron el 67%, debido, en buena medida, a problemas de salud física o mental de la población afectada. Por otro lado, el índice de daños intangibles obtenido reafirma la necesidad de considerar los daños materiales y no materiales en los criterios de evaluación post desastre.

En una segunda fase se realizó un análisis de componentes principales para 8 variables seleccionadas estadísticamente, con objeto de obtener factores explicativos de los daños indirectos e intangibles en la cuenca del Topo Chico en el área metropolitana de Monterrey, y desde una perspectiva interdisciplinar, buscando validar el uso de otras dimensiones no técnicas. También, tal como se sustenta en el marco teórico, se encontró

que una sola variable como efecto directo relacionada con la afectación de la vivienda por inundación, el resto de variables son en relación a: nivel de estudio; riesgo por remoción de masa; afectación Laboral y tiempos de recorrido; enfermedad de piel y vías respiratorias; Muerte en relación a la inundación; temor y estrés, y resiliencia. Todas consideradas por diferentes autores de manera individual, pero integradas en este análisis estadístico. Así, se obtuvieron 4 factores que explican el 69.9% de la variancia total. Estos factores representan en su agrupación de variables, dimensiones de salud mental, resiliencia, educación y salud física, las cuales, deben ser consideradas como dimensiones a considerar en los nuevos criterios metodológicos de análisis por inundación.

Finalmente, se establece una nueva metodología para la estimación de daños directos, indirectos, tangibles e intangibles y representar geoespacialmente diferentes escenarios geográficos y socioambientales, ubicando efectos de daños indirectos e intangibles. Tal metodología se puede utilizar de manera sistemática en el área metropolitana de Monterrey, así como en otros centros de población de México y, en general, de América Latina. También, esta investigación abona en las metodologías de evaluación socioeconómica requerida, al definir inversiones en materia de control de inundaciones y al establecimiento de políticas de inversión para la mitigación de daños por inundación, como una medida preventiva o correctiva ante los nuevos escenarios del cambio climático.

Entre las limitaciones de la investigación destaca haber considerado solamente la vivienda en la evaluación y no haber realizado un acoplamiento dinámico entre el modelo de simulación de la inundación y el modelo de la valoración de la pérdida.

Por último, derivado de la presente investigación se proponen posibles líneas de investigación futuras que pudieran ser desarrolladas, como son: los daños a infraestructura urbana, como sistemas de abastecimiento de agua, energía eléctrica, vialidades, sistemas de comunicación; el sector comercial, en relación al comercio informal y pequeño, centros comerciales; la industria y su impacto; Los desastres en el sector salud, hospitales, centros

CAPITULO X. CONCLUSIONES.

“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

de salud; los Centros de educación en todos sus niveles; Edificios públicos o de gran hacinamiento; entre otros.

En definitiva, con esta investigación comenzamos a comprender la importancia de incluir los efectos indirectos en las evaluaciones de daños post-desastre por la enorme relevancia que tendrán en la región asociados a los efectos crecientes del cambio climático: un reto sin precedentes para sociedades y sus gobiernos.

CAPÍTULO XI

BIBLIOGRAFÍA

10. Bibliografía

Abascal F., E., Martín, M. y Domínguez, J. (2001). *Procesos psicológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.

Abbott M.B., Refsgaard J.C. (1996). *Distributed hydrological modelling*. Kluwer Academic, Dordrecht.

Agha A, Nakosteen R. (2005), *Socio-Economic Planning Sciences*, Ranking industry performance in the US Isenberg School of Management, pag. 11–24, University of Massachusetts at Amherst, Amherst, MA 01003, USA.

Aguirre B., Macías J. (2006), “Las inundaciones de 1999 en Veracruz y el paradigma de la vulnerabilidad”, UNAM-IIS, *Revista Mexicana de sociología* 68, No.2., México.

Alcántara I. (2002). “Geomorfología, riesgos naturales, vulnerabilidad y prevención de desastres Naturales en Países Desarrollados”. *Revista Geomorfología*, pp. 107-124.

Aldrete, Gregory S. (2006), *Floods of the Tiber in ancient Rome*, Gregory p. cm. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data ISBN 0-8018-8405-5.

Alex Roos, Bas Jonkman, (2006), *Flood risk assessment in the Netherlands with focus on the expected damages and loss of life*. Ministry Of Transport, Public Works And Water Management, The Netherlands.

Alexander D. (1991). “Natural Disasters: A Framework for Research and Teaching”. *Disasters*, vol. 15, no. 3, pp. 209-226.

Alexander D. (1993), *Natural disasters*. New York, Chapman & Hall.

Angus M. Gunn, (2008), “Environmental Catastrophes and Human Tragedies”, *Encyclopedia of Disasters*, Volume 1, Greenwood Press Westport, Connecticut London. ISBN-13: 978-0-313-34002-4.

Antequera D., (2007), *Catálogo de riesgos climáticos en Canarias: Amenazas y Vulnerabilidad*, Departamento de Geografía, Campus de Guajara, Universidad de la Laguna, Islas Canarias.

Aparicio M., (1992), *Fundamentos de hidrología de superficie*, Ed Limusa.

Apel H., Thielen A.H., Merz, B. and Blöschl, G., (2004). “Flood risk assessment and associated uncertainty”, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, No 4, 295-308.

APFM, (2007), *The Role Of Land-Use Planning In Flood, Management Associated Programme On Flood Management, A Tool for Integrated Flood Management*, Global Water, Partnership World Meteorological Organization.

Appelbaum S. J. (1985), “Determination of urban flood damages”, *J. Water Res. Plann. Manage.* 111(3), 269–283.

ARC (2007), “Talking About disaster”, *Guide for Standard Messages*, Washington, D.C., http://www.redcross.org/images/pdfs/code4/Complete_Guide.pdf

Arnell N.W, (1986), *Average annual damage by flood frequency zone*, *Water Res. Plann. Manage.* 112(1), 104–113.

Arnell N.W. (1989), “Expected Annual Damage and Uncertainties in Flood Frequency Estimation”, *Journal Water Res. Pl.*, Vol. 115, No. 1, pp. 94-107.

Arrojo P, Bernal E., Fernández C. López G. (2008), “El análisis coste-beneficio y su vigencia relativa en la valoración de grandes proyectos hidráulicos”. *Departamento de análisis económico universidad de Zaragoza*, págs. 2-4.

Atlas, (2010). *Atlas de Riesgos para el Estado de Nuevo León*, Consulta Pública Primera etapa, Secretaría de Desarrollo Sustentable, Gobierno del Estado de Nuevo León.

Ayala F. (2002), “El sofisma de la imprevisibilidad de las inundaciones y la responsabilidad social de los expertos. Un Análisis del caso español y sus alternativas”, *Instituto Geológico y Minero de España Ministerio de Ciencia y Tecnología*, Boletín de la AGE No 33, pág. 79 a 92.

Baro José, Díaz Carlos, Esteller María (2007), “Curvas de daños económicos provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de México”, Parte II: caso de estudio en la cuenca alta del río Lerma, *Ingeniería hidráulica en México*, vol. XXII, núm. 3, pp. 71-85, México.

Beard L. R.: 1997, “Estimating flood frequency and average annual damage”, *Journal Water Res. Plann. Manage.* 123(2), 84–88.

Bedient P. B. and Huber W. C.: 1992, *Hydrology and Floodplain Analysis*, Addison-Wesley, Publishing Company, U.S.A.

Behnen T. (2000), “Der beschleunigte Meeresspiegelanstieg und seine sozioökonomischen Folgen: Eine Untersuchung der Ursachen”. *Methodischen Ansätze und Konsequenzen unter besonderer Berücksichtigung Deutschlands*, Hannoversche Geographische Arbeiten 54, Hannover.

Benenson 1997, “Manual para el control de las enfermedades transmisibles”, *Décimo sexta edición, Publicación científica*, No. 564, Washington DC: OPS/OMS.

Berning C., Viljoen, M.F., and DuPlessis, L.A. (2000), “Loss Function for Sugar-cane: Depth and Duration of Inundation as Determinates of Extent of Flood Damage”, *Water SA*, Vol. 26, No. 4, pp. 527-530.

Bexareños G.H.S., 2008. *La Inundación en Monterrey: 27 y 28 de Agosto 1909*, Published in 1909. Edited by Aida Martínez and reprinted by Los Bexareños Genealogical and Historical Society.

BID, (2007). *Marco Lógico para el Diseño de Proyectos*, Banco Interamericano de desarrollo Manual de curso.

Bitrán D., (2001). *Características del Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurridos en México en el Período 1980-99*, Sistema Nacional de Protección Civil, Centro Nacional de Prevención de Desastres. ISBN: 970-628-591-1.

Black R.D., (1975), *Flood Proofing Rural Residences: A ‘Project Agnes’ Report, Pennsylvania*, Final Report prepared for the United States Department of Commerce, Economic Development Administration. National Technical Information Service, May 1975, Springfield, Virginia, U.S.A.

Blaikie P., Cannon T., Davis I. and Wisner B. (1994), *At risk–natural hazards, people’s vulnerability and disasters*. London.

Blong R., (1996), *Volcanic Hazards Risk Assessment*, pp. 675-698 in R. Scarpa and R.I.Tilling (eds.), 1996, *Monitoring and Mitigation of Volcano Hazards*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.

Booij Martijn (2004), “Flood Damage Assessment And Modeling In The Red River Basin In Vietnam”, Department Of Civil Engineering, University Of Twente, AE Enschede, The Netherlands; *International Workshop on Flood Controls decision support systems*, Hanoi, Vietnam.

Booyesen H. J., Viljoen M. F. and Villiers G. D., (1999), “Methodology for the calculation of industrial flood damage and its application to an industry in Vereeniging”, *Water SA* 25(1), 41–46.

Borda, J-c. de, 1781, *Memoire sur les Elections au Scrutin*, in *Histoire de l'Academie Royaledes Sciences* (extracts translated in English in D. Black, *The Theory of Committees and Elections*, Cambridge: Cambridge University Press, 1958).

Bosque Joaquín, Ortega Adriana, Rodríguez Víctor, (2003), *Cartografía de riesgos naturales en América Central*. Universidad de Alcalá de Henares. Departamento de geografía, Madrid, España.

Boyle S.J., Tsanis, I.K., and Kanaroglou, P.S. (1998), “Developing Geographic Information Systems for Land Use Impact Assessment in Flooding Conditions”, *J. Water Res. Pl.*, Vol. 124, No. 2, pp. 89-98.

Brakenridge R.G, Stancalie G., Ungureanu V., Diamandi A., Streng O., Barbos A., Lucaciu M., Kerenyi J. and Szekeres J. (2001), *Monitoring of extreme flood events in Romania and Hungary using EO data*. Project plan, September, Bucharest, Romania.
Brent R.J., (1996) *Applied Cost-Benefit Analysis*. Cheltenham.

Bras, R.L.; Rodriguez-Iturbe, I., (1976). “Evaluation of mean square error involved in approximating the areal average of a rainfall event by a discrete summation”. *Water Resources. Research*, 12 (2): 181-184.

Breaden J.P. (1973), “The Generation of Flood Damage Time Sequences”, (*Research Paper No. 32*), *University of Kentucky, Water Resources Institute*, Lexington, KY.

Brent, R., 1996. *Applied cost benefit analysis*. Cheltenham, Gloucestershire and Leeds, UK, Edward Elgar Publishers, 360 pp.

Brewer C. (2006), “Basic Mapping Principles for Visualizing Cancer Data Using Geographic Information Systems” (GIS), *Prev. Med* 2006;30(2S) 0749-3797/06, *American Journal of Preventive Medicine*, Published by Elsevier Inc.doi:10.1016/j.amepre.2005.09.007

Burby, R. J. (2001), “Flood insurance and floodplain management: the US experience”, *Environmental Hazards*, 3, 111 22.

Burton, I, Kates, R W and White, G F (1993), *The Environment as Hazard*, Guildford Press, London.

Butts, M.B., Falk, A.K., Hartnack, J., Madsen, H., Klinting, A., Kalken, T. van, Cadman, D., Price, D. (2005). "Ensemble-based methods for data assimilation and uncertainty estimation in the FLOOD RELIEF project", *Proceedings of the International Conference "innovation, advances and implementation of flood forecasting technology*, Tromsø, Norway, 17-19, <http://www.actif-c.net/conference2005/proceedings/index.html>.

Calvo, García F, Tornel, (1997). “Algunas cuestiones sobre geografía de los riesgos”, *Rev. Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Art. No 10, Universidad de Barcelona, España.

Cavazos I., (1994), *Historia de Monterrey*, Fideicomiso Historia de Las Américas, El Colegio de México, Fondo De Cultura Económica. ISBN 96-16-4541-3, México.

Cavazos I., Manuel C., (1998), *Monterrey 400 estudios históricos sociales*. UANL, Monterrey.

CEDEM, 2010, *Población y Demografía Municipios del Área Metropolitana de Monterrey*, Centro de Desarrollo Metropolitano y Territorial, EGAP, Gobierno y política pública: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).

CENAPRED, (2001), *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México*, Secretaría de Gobernación, Centro Nacional de Prevención de Desastres ISBN: 970-628-593-8.

CENAPRED, (2004). *Guía Básica Para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y riesgos*, Centro Nacional de Prevención de Desastres, Serie Atlas Nacional de Riesgos, ISBN: 970-628-872-4, México D.F.

CENAPRED, (2005). *Guía Metodológica para la Elaboración de Mapas de Riesgo por Inundaciones, con arrastre de Sedimentos*, Centro Nacional de Prevención de Desastres México D.F.

CEPAL, (2003), *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres*, Autor(es) Institucional(es): Italia. Gobierno-Países Bajos. Gobierno-NU. CEPAL. Subsede de México.

Charveriat 2000. Charveriat, Celine, “Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk”, Working Paper No. 434. Washington, D.C.: *Research Department, Inter-American Development Bank*.

Chatterton J. B. and Penning-Rowsell E. C.: 1981, “Computer modeling of flood alleviation benefits”, *J. Water Resource. Plann. Manage.* Div. 107(2), 533–547.

Chow V. 1993, *Open Channel Hidraulics*, Publication Date: January 1, 2009 | ISBN-10: 1932846182 | ISBN-13: 978-1932846188 Ed. McGraw-Hill.

Chow Ven Te, Larry Maidment, Mays W (1988), *Applied Hydrology*, ISBN: 9780070108103, ISBN-10: 0070108102, Classification: Limnology (freshwater), Imprint: McGraw Hill Higher Education, Publisher: McGraw-Hill Education–Europe, Publish Date: 1-Apr-1988, Country of Publication: United States.

Christian Bernhofer, Johannes Franke, Valerie Goldberg, Jörg Seegert, Wilfried Kuchler, (2006), “Regional Climate Change To be included in Future Flood Risk Analysis”, J. Schanze et al. (eds.), *Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures*, 91–100.

Clausen L.K., (1989), *Potential Dam Failure: Estimation of Consequences, and Implications for Planning*, Unpublished M.Phil. Thesis at the School of Geography and Planning at Middlesex Polytechnic collaborating with Binnie and Partners, Redhill.

Clausen L.K., (2000). *Personal communication from Black & Veatch*, Redhill, Surrey, U.K. on 28 April 2000.

CNA, (2010). *Metodologías de Evaluación Socioeconómica para proyectos de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Protección a Centros de Población*, Gerencia de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Redes de Alcantarillado, Comisión Nacional del Agua, México D.F.

Connolly Priscilla, Velázquez Jesús, 2005, *Unificación de las cartografías y bases de 1990, 1995 y 2000. Sistema de información geográfica para la investigación y planeación metropolitana*. Observatorio Urbano de la Ciudad de México, departamento de sociología Universidad autónoma Metropolitana.

Constantino R., Dávila H., (2011), “Una aproximación a la vulnerabilidad y la resiliencia ante eventos hidrometeorológicos extremos en México”. *Revista Política y cultura*, versión impresa ISSN 0188-7742., No.36, México ene. 2011.

Crichton, D. 1999. *The Risk Triangle*, pp. 102-103 in Ingleton, J. (ed.), *Natural Disaster Management*, Tudor Rose, London.

Cutter S.L. (1996), *Vulnerability to environmental hazards*. *Progress in Human Geography* 20 (4), 529-539.

Czaya. E., 1983. “Rivers of the World” Cambridge: Cambridge University Press. Debo T. N.: 1982, “Urban flood damage estimating curves”, *Journal Hydrology*. Div. 108(10), 1059–1069.

DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs), (2001). *National appraisal of assets at risk from flooding and coastal erosion, including the potential impact of climate change*. Final Report.

Dehays J. (2002), “Fenómenos naturales, concentración urbana y desastres en América latina”, *Rev. Perfiles latinoamericanos*, junio No. 020, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. México.

Díaz M. Díaz C. (2002), “El análisis de la vulnerabilidad en la cartografía de riesgos tecnológicos. Algunas cuestiones conceptuales y metodológicas”, *Departamento de Geografía, Serie geográfica*, N° 10, págs. 27-42., Universidad de Alcalá de Henares (Madrid), España.

Douglas Ian, Kobold Mira, Lawson Nigel, Pasche Erik & White Iain, (2007). *Characterization of Urban Streams and Urban Flooding*. University of Manchester, UK, University of Ljubljana, Slovenia, Technical University Hamburg-Harburg, Germany.

Dugo Patón, M., González García, M., Cabezal Gómez, L., 1994. *Ciclo hidrológico. El agua atmosférica: humedad y precipitación*. Ediciones de la Escuela Politécnica Superior de Lugo.

Dutta D., Herath S., Musiake, K., (2003). “A mathematical model for flood loss estimation”. *Journal Hydrology*, 277, 24-49. Monash University, Australia 2 United Nations University, Tokyo, Faculty of Administration and Social Sciences, Fukushima University, Fukushima, Japan.

Dutta D., Herath S., Musiake, K., (2006) “An application of a flood risk analysis system for impact analysis of a flood control plan in a river basin”, *Hydrological Processes No.20*, 1365–1384 Published online in Wiley InterScience. DOI: 10.1002/hyp.60921 by Monash University, Australia; United Nations University; Faculty of Administration and Social Sciences, Fukushima University, Japan.

Dutta, D., Herath, S., and Musiake, K. (2003), “A Mathematical Model for Flood Loss Estimation”, *Journal Hydrology*, Vol. 277, pp. 24-49.

DWW (2003), *Schade Na Grootschalige Overstromingen* (in Dutch).

Dwyer, A., Zoppou, C., Nielsen, O., Day, S. and Roberts, S., 2004, "Quantifying Social Vulnerability: A methodology for identifying those at risk to natural hazards", *Geoscience Australia*, Australian Government.

Ebenhöh W., Sterr H. and Simmering F. (1997), *Potentielle Gefährdung und Vulnerabilität der deutschen Nord- und Ostseeküste bei fortschreitendem Klimawandel*. Case Study in Anlehnung an die Common Methodology der IPCC Coastal Zone Management Subgroup, Oldenburg.

Eck V., Huizinga H.J. and Dijkman M., (2001), “*HIS Damage and victims module – user manual*” (in Dutch), PR236.40 HKV Lijn in water and Geodan Geodesie. Vrouwenvelder T., van der Veen A. and Stuyt L. (2003) Methodology for flood damage evaluation, DC1-233-3, Delft Cluster, Delft.

Ellingwood, B., Corotis, R. B., Boland, J. and Jones, N. P.: 1993, “Assessing cost of dam failure”, *Journal Water Resource. Plan. Manage.* 119(1), 64–82.

Etxeberria P., Edeso J. y Brazaola A. (2005), *Propuesta de una metodología para crear mapas de peligros naturales en Guipúzcoa utilizando SIG*. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Minera y de Obras Públicas. Universidad del País Vasco. Colina de Beurko, s/n 48902-Barakaldo (Vizcaya), España.

Ferrando F., (2006), “Sobre inundaciones y anegamientos”, *Revista de Urbanismo N°15* – Noviembre de 2006, Departamento de Urbanismo – FAU - Universidad de Chile.

FLOOD, (2005) *Language of Flood Risk*. www.floodsite.net, FLOOD site-Consortium.

FONDEN, 2004. “Atención a las Viviendas, Reglas de Operación del Fondo Nacional para Desastres Naturales”, Fondo Nacional para Desastres Nacionales. Publicado en el *Diario Oficial de la Federación del día 22 de octubre de 2004*. Informe de daños a viviendas en por inundaciones en el 2003, México D.F.

Frank Messner, Volker Meyer, (2006), “Flood Damage Vulnerability and Risk Perception – Challenges For Flood Damage Research”, *Ufz–Centre for Environmental Research Leipzig-Halle*, Member of the Dresden Flood Research Center (D-Frc), Dresden, Germany.

French, R., (1988), *Hidráulica de Canales abiertos*. McGraw Hill, México.

García E. (2003), “Distribución de la precipitación en la República Mexicana”, *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*. UNAM, No. 50, 2003, pp. 67-76.

Garnica R., Alcantara I., (2004). “Riesgos por inundación asociados a eventos de precipitación extraordinaria en el curso bajo del río Tocolutla, Veracruz”. *Investigaciones geográficas*, diciembre, núm. 055. pp. 23-45, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Garrod G, Willis K, (1999), “Economic Valuation of the Environment: Methods and Case Studies”. *Journal of Environmental Management*, 34, 59–76.

Gasser, J. and E. Snitofsky, (1990), “Vulnerability analyses plan for wastewater emergencies”. American City and Country 105; 81-82. gauges for areal rainfall estimation using geostatistics and simulated annealing. *Journal of Hydrology*, 210 (1/4): 206-220.

Gendreau N & Gillard O., (1997), *Structural and non-structural implementations – Choice’s arguments provided by inondabilité Method*. RIBAMOD River basin modelling management and flood mitigation Concerted Action, Proceedings of the First Workshop on Current Policy and Practice, Eds Casale R, Pedroli G B & Samuels P (1998), EUR 18019 EN, ISBN 92-828-2002-5.

Gewalt M., Klaus J., Peerbolte E.B., Pflügner W., Schmidtke R.F., and Verhage L. (1996) EUOflood – Technical Annex 8. *Economic Assessment of Flood Hazards*. Regional Scale Analysis-Decision Support System (RSA-DSS). München.

Gilles Daniel, Moore Matthew, (2010), *International Perspectives in Water Resource Management*, IIHR-Hydroscience & Engineering University of Iowa, College of Engineering.

Glade T., (2003), *Vulnerability Assessment in Landslide Risk Analysis*. Die Erde – Beitrag zur Erdsystemforschung 134 (2), 123-146.

Goldman D., (1997), “Estimating Expected Annual Damage for Levee Retrofits”, *Journal of Water Resource*. Pl., Vol. 123, No. 2, pp. 89-94.

Gómez Albores Miguel, Díaz Delgado Carlos, Esteller Alberich Maria, Sánchez Flores Oscar, Manzano Solís Ricardo, Ordoñez Sierra Raymundo, Hernández Tellez Maribel, (2008), "Medición de años de vida ajustados por discapacidad para enfermedades relacionadas con inundaciones ocurridas del 2000.-2006 en la cuenca Lerma-Chapala (México)", *Redalyc*, Centro Interamericano de Recursos del agua, Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ingeniería.

Granados A., Graizbord B, Mercado A., (2008) “Relatoría del seminario de cambio climático, amenazas naturales y salud”, *Estudios demográficos y urbanos*, enero–abril, número 001 México D.F.

Granger K., T. Jones, M. Leiba, and G. Scott., (1999), *Community Risk in Cairns: A Multihazard Risk Assessment*. AGSO (Australian Geological Survey Organization) Cities Project, Department of Industry, Science and Resources, Australia.

Green C., van der Veen A., Wierstra E. and Penning-Rowsell E. (1994), *Vulnerability refined analyzing full flood impacts*. Penning-Rowsell E. and Fordham M. (eds.) Floods across Europe – Flood hazard assessment, modelling and management. Middlesex University Press, London.

Green C.H. and Penning-Rowsell, E.C., (1989), “Flooding and the quantification of ‘Intangibles’”, *J. Institute. Water Environmental. Manage.* 3(1), 27–30.

Grigg N.S. and Heiweg, O.J., (1974), *Estimating Direct Residential Flood Damage in Urban Areas*, Colorado State University, Fort Collins, CO.

Grigg N.S. (1976), *Urban Drainage and Flood Control Projects Economic: Legal and Financial Aspects*”, Colorado State University, Fort Collins, CO.

Grigg N.S. (1985), *Water Resources Planning*, McGraw-Hill, New York.

Grigg N.S. (1996), *Water Resources Management*, McGraw- Hill, New York.

Grigg N.S. and Heiweg O.J., (1975), “State-of-the-Art of Estimating Flood Damage in Urban Areas”, *Water Resources. Bull.*, Vol. 11, No. 2, pp. 379-391.

Grimes, D.I.F.; Pardo-Igúzquiza, E.; Bonifacio, R., 1999. “Optimal areal rainfall”. *Journal of hydrology*, Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

Grotberg, E. y Suárez Ojeda, E.N. (1996). “Promoción de la resiliencia en los niños”. *Medicina y sociedad*. Vol. 19, No. 2. Buenos Aires, Argentina.

Gunn, Angus, (2008), “Environmental Catastrophes and Human Tragedies”, *Encyclopedia of Disasters*, Volume 1.

Haan C. T. (1977), *Statistical Methods in Hydrology*, Iowa State University Press, Ames, Iowa.

Hanley, N. & Splash, C., 1998. *Cost-benefit analysis and the environment*. Cheltenham, Gloucestershire, and Leeds UK, Edward Elgar Publishing Ltd., 288 p.

Hayden B. (2006), “Katrina: La ideología y representación de un desastre natural”. *Revista de ciencias sociales* (Cr), año/vol. III-IV, número 113-114 Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica.

HEC, (2012), *Tutorial Hec. Ver. 4.3*, Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC- RAS), US Army corps of Engineers.

Helm P., (1996), “Integrated Risk Management for Natural and Technological Disasters”. *Tephra*, vol. 15, no. 1, June 1996, pp. 4-13.

Helweg, O.J., (1992). *Recursos hidráulicas – planeación y administración*. México. D.F.: Editorial Limusa, S.A. de C.V., pp. 121-174.

Herath Srikantha, 2003, *Flood damage estimation of an Urban Catchment Using*. International Program on total Disaster Risk Management, Senior academic Programme Officer, Environment of Sustainable Development, United Nations University, Japan.

Hewitt, Kenneth, (1983), *The idea of Calamity in a Technological Age*. En interpretations of calamity, Longman, Singapur.

Heyman B.N., Davis C. and Krumpe P.F. (1991) “An assessment of worldwide disaster vulnerability”. *Disaster Management* 4, 3-36.

Hooijer A., Klijn F., Pedroli B. and Van Os A. (2004), *Towards Sustainable Flood Risk Management in the Rhine and Meuse River Basins: Synopsis of the Findings of IRMA-SPONGE*. River Research and Applications 20, 343-357.

Horcajada T., Simancas M. (2001) “La constatación y validación de los mapas de riesgo de avenidas en pequeñas cuencas hidrográficas mediante sistemas de información geográfica”. Propuesta metodológica y aplicación a la ordenación del territorio. Departamento de Geografía, Universidad de la Laguna. Universidad de la Rioja, España.

IBWM, 1993, “International Vocabulary of basic and General Terms in Metrology” International Bureau of Weights and Measures, International Electrotechnical Commission, International Organization for Standardization, International Organization of Legal Metrology, International Federation of Clinical Chemistry, International Union of Pure and applied Chemistry and International Union of Pure and Applied Chemistry and International Union of Pure and Applied Physics. Geneva.

ICCB, (1994), Institute on Child Resilience and Family.
<https://www.childrensinstitute.net/research/resilience>.

IFRCRCS, (1999), *World Disasters Report*, Geneva: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies).

IPCC, (2007), *La amenaza del cambio climático sobre el medio ambiente y el desarrollo humano*, Tercer informe del Grupo de trabajo sobre el cambio Climático y el Desarrollo., CRID - Centro Regional de Información sobre Desastres para América Latina y el Caribe.

IPCC-A, (2014), *Cambio Climático 2014, Impactos, adaptación y vulnerabilidad*, Parte A: Aspectos mundiales y sectoriales, Contribución del Grupo de trabajo II, al Quinto Informe de Evaluación del IPCC.

IPCC-B, (2014), *Cambio Climático 2014, Impactos, adaptación y vulnerabilidad*, Parte B: Aspectos Regionales, Contribución del Grupo de trabajo II, al Quinto Informe de Evaluación del IPCC.

ISDR - International Strategy for Disaster Reduction, (2004). *Terminology: Basic terms of disaster risk reduction*. <http://www.unisdr.org>.

ITC - International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (2004). James L. D. and Lee, R. R. (1971), *Economics of Water Resources Planning*, McGraw-Hill, New York.

Jiménez A., Boldo X., Priego H., Quevedo E. y Zavala M. (2010), *Distribución geográfica de casos de fiebre de dengue en zonas anegadas de Villahermosa*, Tabasco, México, 2010

Jiri Marsalek, Gheorghe Stancalie, Robert, G. Brakenridge, Valentina Ungureanu, (2006). *Nato Science For Peace Project On Management Of Transboundary Floods In The Crisul-Körös River System*. Ed. Springer with NATO

Johnson F.R., Banzhaf M.R., and Desvousges, W.H. (2000). “Willingness to pay for improved respiratory and cardiovascular health: a multiple-format, stated-preference approach”. *Human Health* ,9(4):295-317.

Johnson W. K., (1985), “Significance of location in computing flood damage”, *Journal of Water Resource. Plann. Manage.* 111(1), 65–81.

Jovel, Roberto, (1999). *Los daños causados por el fenómeno El Niño de 1997-1998 en los Países de la Región Andina*, Corporación Andina de Fomento (CAF).

Juárez M., Iñiguez L, Sánchez M., (2006). “Niveles de riesgo social frente a desastres naturales en la Riviera Mexicana”, *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, UNAM, México.

Jui-Lin Kang, Ming-Daw Su, and Ling-Fang Chang, (2005), “Loss Functions and Framework for Regional Flood Damage Estimation in Residential Area”, *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 13, No. 3, Pp. 193-199.

Kanchanarat S., (1989), “Estimation of Flood Damage Function for Bangkok and Vicinity”, *Thesis, Asian Institute of Technology*, Bangkok, Thailand.

Kates, R.W. (1965), “Industrial Floods Losses: Damage estimation in the Lehigh Valley, Chicago”: University of Chicago, *Department of Geography Research Paper No. 98*. The University of Chicago, Press, 1965, Chicago city, EU.

Katie E. Cherry et al, (2009). *Coping with Katrina, Rita, and Other Storms*, Lifespan Perspectives on Natural Disasters Editor ISBN 978-1-4419-0392 Springer Dordrecht Heidelberg London New York.

Keeney R., “Understanding Life Threatening Risks”, *Risk Analysis*, Vol. 15, No. 6.

Keith Smith, (2004), “*Environmental Hazards, Assessing risk and reducing disaster*” Fourth edition, Ed. Routledge 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE, ISBN 0-203-59501-7 Master e-book

Kelman Ilan, (2002), *Physical Flood Vulnerability of Residential Properties in Coastal, Eastern England* Dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy, University of Cambridge, U.K.

Klaus J. and Schmidtke R.F. (1990), *Bewertungsgutachten für Deichbauvorhaben an der Festlandsküste—Modellgebiet Wesermarsch*. Untersuchungsbericht an den Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn.

Knight F., (1921), *Risk, uncertainty and profit*. New York, Harper & Row.

Kuiper E. (1965), “*Water Resources Development, Butterworths*”, London, U.K.

Kupriyanov V.V. (1977), *Hydrological aspects of urbanization - hydrology of cities and urbanized territories*. Leningrad (in Russian).

Landefeld JS, Seskin EP. *The economic value of life: linking theory to practice*. Am J Public Health. 1982 Jun; 72 (6):555–566.

Lee L. T. and Essex, T. L., (1983), “Urban headwater flooding damage potential”, *Journal Hydrology Engineering*. 109(4), 519–535.

Lekuthai, A. and Vongvisessomjai, S., (2001). “Intangible flood damage quantification”. *Journal Water Resource. Man.*, 15, 343-362. Water Engineering and Management Program, Asian Institute of Technology, Khlong Luang, Pathumthani, Thailand.

Ley, Calderón. (2008), “De la vulnerabilidad a la producción de riesgo en las tres primeras décadas de Mexicali, 1903 a 1933”. *Revista Región y sociedad*, Vol. XX, No. 41, pp. 145-173, Mexicali, México.

Llanes Buron C. (2003), *Los desastres nunca serán naturales*. Boletín del Instituto de la vivienda, Mayo Año/Vol.18 Núm. 047 Universidad De Chile, Santiago Chile.

Loague K.M., Kyriakidis P.C., (1997). “Spatial and temporal variability in the R-5 infiltration data set: déjà vu and rainfall-runoff simulations”. *Water Reseources Research*, 33: 2883-2896.

López, R.E.; Atlas, D.; Rosenfeld, D.; Thomas, J.L.; Blanchard, D.O.; Holle, R.L., 1989. “Estimation of areal rainfall using the radar echo Area Time Integral”. *Journal of Applied Meteorology*. 28(11): 1162-1175.

Lösel, F., Bliesener, T., & Kofler, P. (1989). *On the concept of invulnerability: evaluation and first results of the bielefeld project*. En M. Brambring, F. Lösel & H. Skowronek (Eds.), *Children and risk: Assessment, longitudinal research, and intervention* (pp. 186-219). New York, USA: Walther de Gruyter.

Luthar, S. & Zigler, E. (1991). Vulnerability and competence: A review of research on resilience in childhood. *American Journal of Orthopsychiatry*, 61, 6-22.

Magaña R. Víctor, Gay G, Carlos, (2002). “Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos”. *Revista Gaceta Ecológica* No. 69, pp. 7-23, Instituto Nacional de ecología, UNAM, México.

Malilay J. (2000), *Inundaciones*. En: Noji E, editor. Impacto de los desastres en la salud pública. Bogotá: Organización Panamericana de la Salud, OPS/OMS.

Mansilla E. (2006), “Katrina, Stan y Wilma: Tres desastres en busca de un paradigma”, *Revista Nueva Sociedad*, Costa Rica.

Marco, J. B. (1994), *Flood risk mapping*. In G. Rossi, N. Harmancioglu and V. Yevjevich (Eds) *Coping with Floods*, pp. 353–73 Dordrecht: Kluwer.

Martínez I, Treviño J, Gómez M, (2009), *Mapas de Pobreza y rezago social, Área metropolitana de Monterrey*, Consejo de Desarrollo social, Gobierno del Estado de Nuevo León en coordinación con la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Mártir A., (2006), *Reseña de manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL, Universidad Autónoma Indígena de México, México.

Masten, A. S. (2001). Ordinary magic: Resilience processes in development. *American Psychologist*, 56, 227- 238.

Matías R., Oropeza O., Lugo José, Corez M. Jauregui M., (2007), *Análisis de las principales causas de las inundaciones de septiembre del 2003 en el sur del estado de Guanajuato, México*. Revista mexicana de ciencias forestales.

Mayer P., (2002), “Desarrollo urbano e inundaciones en la ciudad de las palmas de gran canaria (1869-2000)”, *Revista Investigaciones Geográficas* No. 28, Universidad de Alicante, España.

McBean, E. A., Gorrie, J., Fortin, M., Ding, J. and Moulton, R., (1988), “Flood Depth-Damage Curves by interview survey”, *Journal of Water Resource. Plann. Manage.* 114(6), 613–634.

McBean, E. A., Gorrie, J., Fortin, M., Ding, J. and Moulton, R., (1988), “Adjustment factors for flood damage curves”, *Journal Water Resource. Plann. Manage.* 114(6), 635–646.

Méndez Antonio, Domínguez R., Soto G., Rivera F., Magaña V., Cayetano E., 2011 "Radars, an alternative in hydrological modeling. Lumped model", *Atmósfera*, versión impresa ISSN 0187-6236 *Atmósfera* vol.24 no.2 México.

Merz B, Kreibich H., Thielen A., Schmidtke R., (2004), “*Estimation uncertainty of direct monetary flood damage to buildings*” GeoForschungs Zentrum Potsdam, Section Engineering Hydrology, Potsdam, Germany, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Munich, Germany.

Ministry of Interior, (1997), *Investigation Report for National Land Use Investigation*, Taipei, Taiwan.

Ministry of Interior, (2000), *Urban Real Estate Price Indices*, Taipei, Taiwan.

Mitchell J.K. (1989), *Hazards research*. Gaile, G.L. and Willmot, C.J., Ed, Geography in America. Columbus, OH, Merrill, 410-424.

Mitchell, J. K. (1999), “Natural disasters in the context of mega-cities”. In J. K. Mitchell (ed.), *Crucibles of Hazard*, pp. 15–55. Tokyo: United Nations University Press.)

Montes V, Ortega E., 2003, “Ubicación de la Marginación en el Área Metropolitana de Monterrey”, *Memorias Congreso de Investigación y Extensión XXXIII*. Monterrey, México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).

Montoya G, Hernández J., Castillo M, Diaza D, Velasco A. (2008), “Vulnerabilidad y riesgo por inundación en San Cristóbal de las casas, Chiapas”, *Estudios demográficos y urbanos*, enero-abril, año/vol. 23, número 001, pp. 83-122, Colegio de México, México D.F.

Moore R.J., Carrington D.S., Jones D.A., Stewart E.J., (1994). *The UK Hyrex experiment*. Ann. Geophys., 12 (suppl. II): C402.

Munich Re Group, (2005), “Annual Review: Natural Catastrophes 2004”, *Knowledge Series Topics Geographic*. Munich Re Group.

MURL (Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NordrheinWestfalen), (2000). “*Hochwasserschadenspotentiale am Rhein in Nordrhein-Westfalen*”. Abschlussbericht, Düsseldorf.

Nascimento, N., Machado M.L., Baptista, M. and De Paula E Silva, A. (2007). “The assessment of damage caused by floods in the Brazilian context”. *Urban Water Journal*.

NCR, (2002), “Spatial Planning and Supporting Instruments for Preventive Flood Management”, *IRMA-SPONGE Project* No.5, Darmstadt/Berne.

Nicholls R., Nimura M., (1998), “Regional issues raised by sea-level rise and their policy implications”. *Climate Research*, Vol. 11: 5–18, 1998.

NOAA, NWS, (2002). *Floods—the awesome power*. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service. U.S. Department of Commerce. 16 p

O’Connell, P. E. and Todini, E. (1996): “Modelling of rainfall, flow and mass transport in hydrological systems: an overview”, *Journal of Hydrology*, 175, 3–16,

OED. (2002). Information from OED (Oxford English Dictionary) at <http://dictionary.oed.com/entrance.dtl>.

Olcina J., (2004), *Riesgo de inundaciones y ordenación del territorio en la escala local el papel del planeamiento urbano municipal*, Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, N°. 37, pp 49-84, Universidad de Alicante, España.

Oliveri E., Santoro M., (2000), “*Estimation of urban structural Food damages: the case study of Palermo*”, Dip. Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali, Università di Palermo, Viale delle Scienze, 90100 Palermo, Italy, Elsevier.

Ollero A., (1997), *Crecidas e inundaciones como riesgo hidrológico un planteamiento didáctico*, Universidad del País Vasco, Facultad de Filología y Geografía e Historia Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología, España.

OPS, (2006), *Hospitales seguros ante inundaciones Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre*, Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C.

Organización Panamericana de la Salud, (2002), “*Protección de la salud mental en situaciones de desastres y emergencias*”, Washington, D.C.: OPS, © 2002 (Manuales y Guías sobre Desastres N° 1) --107p.--ISBN 92 75 32421 2.

Ortegón, Pacheco, Prieto, (2005). “*Metodología del Marco Lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de Proyectos y Programas*” Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social, ILPES, Santiago, Chile.

PAHO (Pan American Health Organization), (2001), *Strengthening Local Capacity for Disaster Reduction: The Experience of PAHO*, ISDR Informe.

Pardo Iguzquiza, E., (1998). Optimal selection of number and location of rainfall. *Journal of Hydrology* 210, 206-220.

Parker D.J., C.H. Green and P.M. Thompson, (1987). *Urban Flood Protection Benefits: A Project Appraisal Guide*. Gower Technical Press, Aldershot, Hampshire, U.K.

Parker, D. J., Green, C. H. and Thompson, P. M., (1987), *Urban Flood Protection Benefits, A Project Appraisal Guide*, Gower Technical Press, Aldershot, England.

Parkin G., O'donnell G., Ewen J., Bathurst J.C., O'connell P.E., Lavabre J., (1996). “Validation of catchment models for predicting land-use and climate change impacts”. 2. Case study for a Mediterranean catchment. *Journal of Hydrology*, 175:595- 613.

PCGENL, (2001), *Atlas de Riesgos del Estado de Nuevo León*. Gobierno del Estado de Nuevo León, Secretaría General de Gobierno, Subsecretaría de Seguridad. 4ta Edición.

Pelling Mark, (2003), *The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*. EARTHSCAN Publications Ltd., Earthscan Publications Ltd London • Sterling, VA ISBN: 1853838306.

Penning-Rowsell E., Johnson C., Tunstall S., Tapsell S.M., Morris J., Chatterton J., Coker A. and Green C., (2003), *The Benefits of flood and coastal defense: techniques and data for 2003*. Flood Hazard Research Centre, Middlesex University.

Penning-Rowsell E.C. and J.B. Chatterton., (1977). *The Benefits of Flood Alleviation: A Manual of Assessment Techniques*. Gower, Aldershot, Hampshire, U.K.

Peris Albentosa T., (2005), “Las inundaciones del Xúquer (siglos XV-XIX), un exponente relevante de la cuestión hidráulica en tierras valencianas”, *Revista de Historia Moderna*, N° 23 (Pp. 75-108) ISSN: 0212-5862.

Plate E. J. (1999), *Flood risk management: a strategy to cope with floods*. Bronstert A., Ghazi A., Hladny J., Kundzewicz Z.W. and Menzel L. (Eds) Proceedings of the European Meeting on the Oder Flood 1997. Ribamod concerted action, European Communities, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg, 115-128.

Platt, R. 1995. *Lifelines: An Emergency Management Priority for the United States in the 1990s*. Disasters 15:172–76.

Plessis, L. D. and Viljoen, M. F. (1998), *Estimation of total direct flood damage in the lower Orange river area with the aid of a flood simulation model-a GIS approach*, Water SA 24(3), 201–204.

Purnell R.G., (2002) *Flood Risk—A Government Perspective*, ICE Proceedings, Civil Engineering, 150, 10-14, Special Issue 1, May.

Raghu Nath, H.M. (2006), “Hidrology: principles, analysis and design. New Age International”, Publishers. India.

Rahn, P. H. (1984), “Floodplain management program in Rapid City”, South Dakota”. Bulletin of the Geological Society of America 95, 838–43).

Reese, S. (2003): *Die Vulnerabilität des schleswig-hosteinischen Küstenraumes durch Sturmfluten. Fallstudien von der Nord- und Ostseeküste*. Ph.D. Thesis, Christian-Albrechts University, Kiel (in German).

Remenieras, G., (1974). *Tratado de hidrología aplicada*. Editores Técnicos Asociados, SA. Barcelona.

Reyes R., (2006), “Una aproximación al estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgos de inundación por intensas lluvias en dos sectores de Ciudad de la Habana, Cuba”. *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*, Centro Nacional de Información Geográfica, España.

Reyes, Posadas 2003, “*Explorando la Geografía de México*”, México: Nuevo México.

Ribera Lluís, (2004), *Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas*. Departamento de Geografía, Historia e Historia del Arte, Universidad de Girona, España.

Rodríguez J, (2007), “La conformación de los desastres naturales, construcción social del riesgo y variabilidad climática en Tijuana, BC.”, *Revista Frontera Norte*, Enero–Junio, Vol. 19, No. 37, Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México.

Rodríguez J., (2004), “Los desastres de origen natural en México: el papel del FONDEN”, *Revista Estudios Sociales*, año/vol. XII, número 023, pp. 74-96, Universidad de Sonora, México.

Rodríguez Yakelin, Marrero Norberto y Gil Laura, 2010, “Modelo lluvia-escurrimiento para la cuenca del Río Reno”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 19, No. 2, pág. 31, Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), Facultad de Ingeniería Civil, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, CUJAE, Calle 114, No. 11901, e/ 119 y 127, Marianao, C. Habana, Cuba.

Rohrmann, B. (1994), “Risk perception of different societal groups: Australian findings and cross-national comparisons”. *Australian Journal of Psychology*, 46, 150–63).

Rojas-Medina, Yliana; Ávila Vargas Machuca, Jeannette; Trujillo, Omar V., (2008), “Trastorno de Estrés Agudo y Episodio Depresivo Mayor en Víctimas de una Inundación en Tingo María: Prevalencia y Efectos, de su Desplazamiento a un Albergue. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, Vol. 25, Núm. 1, 2008, pp. 66-73 Instituto Nacional de Salud, Perú.

Roos W., (2003), *Damage to buildings*. DC1-233-9, Delft Cluster, Delft.

Rutter, M. (1993). Resilience: “Some conceptual considerations”. *Journal of Adolescent Health*, 14, 626-631

Salas D, Sánchez D. (2010), "Vulnerabilidad Social de las Viviendas ante los riesgos sociales y ambientales en ciudades en desarrollo de México", Libro: *Vulnerabilidad Social*. Universidad de Granada", cap. 5. 978-84-338-5392-9, Pág. 35-53. 1er edición.

Salas Marco A. y Jiménez Espinosa M., (2004), *Inundaciones*, Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Gobernación, México. ISBN: 970-628-870-8.

Salazar, (2008), “Amor apache: Monterrey y su relación con el agua”, volumen III de la *Enciclopedia de Monterrey una ciudad con memoria*, segunda Edición, Milenio Diario de Monterrey.

Samuels, Paul G (2004), “A European Perspective On Current Challenges In The Analysis Of Inland Flood Risks”, HR Wallingford, United Kingdom, J. Schanze et al. (eds.), *Flood Risk Management*, Penning-Rowsell E. and Peerbolte B., (1994) Concepts, Policies and Research. Penning-Rowsell E. and Fordham M. (eds.) Floods across Europe. Flood Hazard Assessment, Modelling and Management. Middlesex University Press, London, 1-17.

Sánchez G. D., (2009): “Geografía del envejecimiento vulnerable y su contexto ambiental en la ciudad de Granada: discapacidad, dependencia y exclusión social”, *Cuadernos Geográficos*, N° 45, Granada: Universidad de Granada, pp. (enero 2010). Sánchez, Oswaldo, 1881-1931.

Sánchez, D. (2011): “Precipitaciones extremas y sus implicaciones en procesos de remoción en masa en la planificación urbana de Tampico, México”, *Cuadernos Geográficos*, N° 48, pp. 135-159.

Sánchez D. (2011), “Peligrosidad y exposición a los ciclones tropicales en Ciudades del Golfo de México”, *Revista de Geografía Norte, Grande*, 50: 151-170 (2011511), Otros temas. El caso de Tampico.

Sánchez, D. (2012): “Aproximaciones a los conflictos sociales y propuestas sostenibles de urbanismo y ordenación del territorio en México”, *Revista de Estudios Sociales*, N° 42, pp. 40-56.

Sayers P.B., Hall J.W. and Meadowcroft I.C., (2002), *Towards risk-based flood hazard management in the UK*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Civil Engineering 150, 36-42.

Schanze Jochen, Zeman Evzen, Marsalek Jiri, (2004), *Flood Risk Management: Hazard, Vulnerability and Mitigation Measures*, Ed. Springer with NATO.

SDS, 2004, *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México*. Secretaría de Desarrollo Social Consejo Nacional de Población Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Sendi P., Gafni A., and Birch S. (2002), “Opportunity costs and uncertainty in the economic evaluation of health care interventions”. *Human Health* 11(1):23-31.

Shamseldin, A., (2002)a., *Development of Rainfall-Runoff models. En: Advanced course on river basin modelling for flood risk mitigation*. 7-18 Oct 2002. University of Birmingham.

Shaw Daigee, Huang Hsing-Hsiang, Ho Ming-Chou, Lin Shuyeu, (2004), *Modeling Flood Loss and Risk Percept*, The Case of Typhoon Nari in Taipei, Institute of Economics, Academia Sinica, Socio-Economic System Division, National Science and Technology Center for Disaster Reduction, Taiwan.

Sinclair, Kevin, (2000). *The Yellow River*. Brook Vale, NSW: Child and Associates.

Singh, V.P., 1976. “A rapid method of estimating mean areal rainfall”. *Jornual Water Resources*

Sivapalan, M., Blöschl, G., 1998. “Transformation of point rainfall to areal rainfall: Intensity-duration-frequency curves”. *Journal of Hydrology*, 204: 150- 167.

Slovic P. (1987) “Perception of risk”. *Science* 236, 280-285.

Smith D.I. (1994), “Flood Damage Estimation—A Review of Urban Stage-Damage Curves and Loss Functions,” *Water SA*, Vol. 20, No. 3, pp. 231-238.

Smith D.I. and M.A. Greenaway, (1994). “Tropical Storm Surge, Damage Assessment and Emergency Planning”, A Pilot Study for Mackay, Queensland. *Resource and Environmental Studies* Number 8, IDNDR Project 9/92, Centre for Resource and Environmental Studies, Australian National University, Canberra, Australia.

Smith K., (2001). *Assessing risk and reducing disaster*. London.

Smith, N., (1997), *Community Participation in the Implementation Process: Barbados - A Case Study in the Management of Coastal Areas*, Award Report, Canadian International Development Agency, Bridgetown.

Solway, L (1994), Urban developments and megacities: vulnerability to natural disasters, *Disaster Management* 6 (3), 160–169.

Starr, C. and Whipple, C. (1980), “Risk of risk decisions”, *Science* 208, 1114–19.

Taipei City Government (1999), *Year Book of Taipei*, Taipei, Taiwan.

Taiwan Water Resource Agency (1997), *National Flood Insurance Program Pilot Study: A Case Studies and for Tang- Dee-Yang Area*, (Project Report), Taipei, Taiwan.

Tancredi E., (2005), “Ética, ciencia y ambiente: reflexiones sobre la acción humana, el poder desenfrenado de la ciencia y la técnica, la vulnerabilidad del hombre y la naturaleza”. *Revista THEOMAI*, No. 11 Departamento de Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Luján, España.

Tang J. C. S., Vongvisessomjai S. and Sahasakmontri, K., (1992), “Estimation of flood damage cost for Bangkok”, *Water Resource Manage.* 6(1), 47–56.

Tapsell S.M., Penning-Roswell E.C., Tunstall S.M. and Wilson T. (2002) *Vulnerability to flooding: health and social dimensions*, Phil. Trans. R. Soc. Lond. 360, 1511-1525.

The Institute of Environment Research (1986), *Socio-Economic Evaluation of the Integrated Flood Relief Plan of the West Bank*, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

Tucci Carlos, (2007), *Urban Flood Management*, World Meteorological Organization, Porto Alegre, Brazil.

Tungsheng, Liu. 1985. *Loess in China*. Beijing: China Ocean Press.

USCE, (1999), *Post Flood Assessment*, Sacramento, CA. U.S. Army Corps of Engineers,

UN DHA., (1992), *Internationally Agreed Glossary of Basic Terms Related to Disaster Management*. UN DHA (United Nations Department of Humanitarian Affairs), Geneva, December 1992.

UNDRO, (1991), *Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator: Mitigation natural disasters: phenomena, effects and options*. A Manual for policy makers and planners, U.N, N.Y.

UNDRO, (1979), *Natural Disasters and Vulnerability Analysis in Report of Expert Group Meeting*, UNDRO (United Nations Disaster Relief Coordinator), Geneva.

UNISDR, (2012), <http://www.preventionweb.net/english/>.

USACE, (1996), *Risk-Based Analysis for Flood Damage Reduction Studies*. Manual No. 1110-2-1619, USACE (United States Army Corps of Engineers) Washington, D.C., 1 August 1996.

Vanderkimpén P., Melger E. and Peeters P. (2009), *Flood Modelling for risk Evaluation –a MIKE FLOOD vs. SOBEK 1D2D*, Benchmark study, Flood Risk Management Research and Practice – Samuels et al. (eds) 2009 Taylor & Francis Group, London ISBN 978-0-415-48507-4.

Vanistendael, S. (1994). “*La resiliencia: Un concepto largo tiempo ignorado*”. BICE. Ginebra, Suiza.

Vasile Craciunescu, Gheorghe Stancalie, Andrei Diamandi, Rodica P. (2006), “Flood Monitoring Using On-Line Support System For Spatial Information Management, J. Schanze Et Al. (Eds.), *Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability And Mitigation Measures*, 127–137.

Naghmei Sadeghi, Mohammad H. Ahmadi, 2007, "Mental health preparedness for natural disasters in Iran", *Natural Hazards* (2008) 44:243-252, DOI-10.1007/s11069-007-9150-1 Received: 22 August 2006 / Accepted: 3 June 2007 / Published online: 3 July 2007, _ Springer Science-Business Media B.V. Vol. 483, pp. 195-210.

Watts M.J. and Bohle H.G. (1993), “The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine”. *Progress in Human Geography*, 17, 43-67.

WBGU–Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen, (1999), *Welt im Wandel – Strategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken (World in change–Strategies for dealing with global environmental risks)*, Jahrgutachten 1998, Springer, Berlin and others.

White G.F., (1964). *Choice of Adjustments to Floods*, (Research Paper No. 93), University of Chicago, Department of Geography, Chicago, IL.

WMO/WGP, (2008), *Urban Flood Risk Management. A Tool for Integrated Flood Management Version 1.0.2*. The Associated Programme on Flood Management (APFM).

Woloszyn E., Arsov R., Marasalek J., Watt E. and Zeman E., (2003), “The catastrophic flood in Gdansk on July 2001”. (eds.) *Urban Water Management: Science Technology and Service Delivery*. NATO Science Series. IV: Earth and Environmental Sciences 25, Kluwer Academic Publishers. The Netherlands, 115-124.

Woods R., Grayson R., Western A., Duncan M., Wilson D., Young R., Ibbitt R., Henderson R., McMahon T., (2001). “Experimental design and initial results from the Mahurangi River Variability Experiment: MARVEX”. Land surface hydrology, meteorology and climate: Observations and Modeling. *Water Science and Application*, 3: 201-213.

Wurbs R. A. (1996), “Optimal sizing of flood damage reduction measures based on economic efficiency”, *International Journal of Water Resource*. Devel. 12(1), 5–16.

Yang, C. R. and Tsai, C. T., (2000), “Development of a GIS-based flood information system for floodplain modeling and damage calculation”, *J. Am. Water Resource. Assoc.* 36(3), 567–577.

Yen B.C. (1995), *Urban flood hazard and its mitigation*. Cheng F.Y. and Sheu M.S. (eds.) Urban disaster mitigation. Elsevier Science Ltd.

Yuan, (1980), “Census Data 1980”, Taipei, Taiwan.

Zúñiga R., Baeza B., Bernal Á., Muñoz W., Domínguez M., (2007), "Later leptospirosis After flood in Tabasco", *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, vol. 31, núm. 1, enero-marzo 2011.



CAPÍTULO XII. ANEXO.

“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

11. Anexos.

12.1. Anexo1.

Encuestas.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN FACULTAD DE ARQUITECTURA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PROMEP No. 103.5/11/1047 CA-80 TÍTULO: GERONTOLOGÍA AMBIENTAL DEL ENVEJECIMIENTO VULNERABLE EN ÁREAS DE RIESGO A INUNDACIONES. RETOS DE LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS Y LA PLANIFICACIÓN GERONTOLÓGICA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO. FONDO: 10017 CONVOCATORIA CB-2010-01 No. PROYECTO: 00000000155757 ÁREA DE CONOCIMIENTO: SOCIALES Y ECONOMÍA </div> 																					
Fecha de levantamiento: Día: _____ Mes: _____ Año: _____	Folio No. : _____																				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;">1.- CONTROL DEL LEVANTAMIENTO</p> <p>Nombre y firma del supervisor _____</p> <p>Nombre y firma del verificador _____</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;">2.- IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA</p> <p>Entidad Federativa: _____</p> <p>Municipio: _____</p> <p>Localidad: _____</p> <p>AGEB: _____ Manzana: _____</p> </div> </div>																					
<p style="text-align: center;">3.-CONTROL DE VIVIENDA Y CUESTIONARIOS</p> <p>3.1.- CONSECUTIVO DE LA VIVIENDA: _____</p> <p>3.2.- NÚMERO DE HOGAR: _____ 3.3.- TOTAL DE HOGARES EN LA VIVIENDA: _____</p>																					
<p style="text-align: center;">4.- DIRECCIÓN DE LA VIVIENDA</p> <p>4.1.-CALLE, AVENIDA CALLEJÓN CARRETERA O CAMINO: _____</p> <p>4.2.- NÚMERO EXTERIOR: _____</p> <p>4.3.- COLONIA _____</p> <p>FRACCIONAMIENTO _____</p>																					
<p style="text-align: center;">5.- CLASE DE VIVIENDA</p> <table style="width: 100%;"> <tbody> <tr><td>5.1.-CASA INDEPENDIENTE</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>5.2.- DEPARTAMENTO EN EDIFICIO</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>5.3.- VIVIENDA O CUARTO EN VECINDAD</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>5.4.- VIVIENDA O CUARTO DE AZOTEA</td><td style="text-align: right;">4</td></tr> <tr><td>5.5.- LOCAL NO CONSTRUIDO PARA HABITACIÓN</td><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td>5.6.- VIVIENDA MÓVIL</td><td style="text-align: right;">6</td></tr> <tr><td>5.7.- REFUGIO</td><td style="text-align: right;">7</td></tr> <tr><td>5.7.- OTROS _____</td><td></td></tr> </tbody> </table>		5.1.-CASA INDEPENDIENTE	1	5.2.- DEPARTAMENTO EN EDIFICIO	2	5.3.- VIVIENDA O CUARTO EN VECINDAD	3	5.4.- VIVIENDA O CUARTO DE AZOTEA	4	5.5.- LOCAL NO CONSTRUIDO PARA HABITACIÓN	5	5.6.- VIVIENDA MÓVIL	6	5.7.- REFUGIO	7	5.7.- OTROS _____					
5.1.-CASA INDEPENDIENTE	1																				
5.2.- DEPARTAMENTO EN EDIFICIO	2																				
5.3.- VIVIENDA O CUARTO EN VECINDAD	3																				
5.4.- VIVIENDA O CUARTO DE AZOTEA	4																				
5.5.- LOCAL NO CONSTRUIDO PARA HABITACIÓN	5																				
5.6.- VIVIENDA MÓVIL	6																				
5.7.- REFUGIO	7																				
5.7.- OTROS _____																					
<p style="text-align: center;">6.1.- DE QUE MATERIAL ES LA MAYOR PARTE DEL TECHO DE ESTA VIVIENDA?</p> <table style="width: 100%;"> <tbody> <tr><td>6.1.1.- MATERIAL DE DESECHO</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>6.1.2.- LÁMINA DE CARTÓN</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>6.1.3.- LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>6.1.4.- PALMA TEJAMANIL O MADERA</td><td style="text-align: right;">4</td></tr> <tr><td>6.1.5.- TEJA</td><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td>6.1.6.- LOSA DE CONCRETO, TABIQUE ,LADRILLO</td><td style="text-align: right;">6</td></tr> <tr><td>6.1.7.- O TERRADO CON VIGUERÍA</td><td style="text-align: right;">7</td></tr> <tr><td>6.1.7.- OTROS _____</td><td></td></tr> </tbody> </table>		6.1.1.- MATERIAL DE DESECHO	1	6.1.2.- LÁMINA DE CARTÓN	2	6.1.3.- LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA	3	6.1.4.- PALMA TEJAMANIL O MADERA	4	6.1.5.- TEJA	5	6.1.6.- LOSA DE CONCRETO, TABIQUE ,LADRILLO	6	6.1.7.- O TERRADO CON VIGUERÍA	7	6.1.7.- OTROS _____					
6.1.1.- MATERIAL DE DESECHO	1																				
6.1.2.- LÁMINA DE CARTÓN	2																				
6.1.3.- LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA	3																				
6.1.4.- PALMA TEJAMANIL O MADERA	4																				
6.1.5.- TEJA	5																				
6.1.6.- LOSA DE CONCRETO, TABIQUE ,LADRILLO	6																				
6.1.7.- O TERRADO CON VIGUERÍA	7																				
6.1.7.- OTROS _____																					
<p style="text-align: center;">6.2.-CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA</p> <p>6.2.1.- DE QUE MATERIAL ES LA MAYOR PARTE DE LAS PAREDES O MUROS DE ESTA VIVIENDA?</p> <table style="width: 100%;"> <tbody> <tr><td>6.2.2.- MATERIAL DE DESECHO</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>6.2.3.- LÁMINA DE CARTÓN</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>6.2.4.- LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>6.2.5.- CARRIZO BAMBÚ O PALMA</td><td style="text-align: right;">4</td></tr> <tr><td>6.2.6.- EMBARRO O BAJAREQUE</td><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td>6.2.7.- MADERA</td><td style="text-align: right;">6</td></tr> <tr><td>6.2.8.- ADOBE</td><td style="text-align: right;">7</td></tr> <tr><td>6.2.9.- TABIQUE,LADRILLO,BLOCK,PIEDRA,CANTERA</td><td style="text-align: right;">8</td></tr> <tr><td>6.2.10.- CEMENTO O CONCRETO</td><td style="text-align: right;">9</td></tr> <tr><td>6.2.10.- OTROS _____</td><td></td></tr> </tbody> </table>		6.2.2.- MATERIAL DE DESECHO	1	6.2.3.- LÁMINA DE CARTÓN	2	6.2.4.- LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA	3	6.2.5.- CARRIZO BAMBÚ O PALMA	4	6.2.6.- EMBARRO O BAJAREQUE	5	6.2.7.- MADERA	6	6.2.8.- ADOBE	7	6.2.9.- TABIQUE,LADRILLO,BLOCK,PIEDRA,CANTERA	8	6.2.10.- CEMENTO O CONCRETO	9	6.2.10.- OTROS _____	
6.2.2.- MATERIAL DE DESECHO	1																				
6.2.3.- LÁMINA DE CARTÓN	2																				
6.2.4.- LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA	3																				
6.2.5.- CARRIZO BAMBÚ O PALMA	4																				
6.2.6.- EMBARRO O BAJAREQUE	5																				
6.2.7.- MADERA	6																				
6.2.8.- ADOBE	7																				
6.2.9.- TABIQUE,LADRILLO,BLOCK,PIEDRA,CANTERA	8																				
6.2.10.- CEMENTO O CONCRETO	9																				
6.2.10.- OTROS _____																					

6.3.-CUÁNTOS CUARTOS SE USAN PARA DORMIR SIN CONTAR PASILLO?:

6.3.1.- UN SOLO CUARTO	1
6.3.2.- DOS CUARTOS	2
6.3.3.- 3 CUARTOS O MÁS	3
6.3.4.- OTROS _____	

6.4.- SIN CONTAR PASILLOS NI BAÑOS, CUÁNTOS CUARTOS TIENE EN TOTAL ESTA VIVIENDA?:

6.4.1.- UN SOLO CUARTO	1
6.4.2.- DOS CUARTOS	2
6.4.3.- 3 CUARTOS O MÁS	3
6.4.4.- OTROS _____	

6.5.- EN ESTA VIVIENDA TIENEN:

LEA LAS OPCIONES HASTA OBTENER UNA RESPUESTA AFIRMATIVA Y MARQUE CON X UN SOLO CÓDIGO

6.5.1.- AGUA ENTUBADA DENTRO DE LA VIVIENDA?	1
6.5.2.- AGUA ENTUBADA DENTRO DE LA VIVIENDA, PERO DENTRO DEL TERRENO?	2
6.5.3.- AGUA ENTUBADA DE LLAVE PÚBLICA?	3
6.5.4.- AGUA ENTUBADA QUE ACARREAN DE OTRA VIVIENDA?	4
6.5.5.- AGUA DE PIPA?	5
6.5.6.- AGUA DE POZO, RIO,LAGO,ARROYO U OTRA?	6

6.6.- EL AGUA LES LLEGA CADA?

6.6.1.- DIARIO	7
6.6.2.- 4 DÍAS POR SEMANA	4
6.6.3.- 2 DÍAS POR SEMANA	2
6.6.4.- UNA PARTE DEL DÍA	1
6.6.5.- NUNCA PASA	0
6.6.6.- OTROS _____	

6.7.- ESTA VIVIENDA TIENE:

	Si	No
6.7.1.- RADIO O RADIOGRABADORA?	1	2
6.7.2.- TELEVISIÓN?	1	2
6.7.3.- VIDEOCASETERA?	1	2
6.7.4.- LICUADORA?	1	2
6.7.5.- REFRIGERADOR?	1	2
6.7.6.- LAVADORA?	1	2
6.7.7.- TELÉFONO?	1	2
6.7.8.- CALENTADOR DE AGUA (BOILER)	1	2
6.7.9.- AUTOMÓVIL O CAMIONETA PROPIOS?	1	2
6.7.10.- COMPUTADORA?	1	2

6.8.- LA BASURA DE ESTA VIVIENDA:

6.8.1.- LA RECOGE UN CAMIÓN O CARRITO DE BASURA?	1
6.8.2.- LA DEPOSITAN EN UN CONTENEDOR O DEPÓSITO?	2
6.8.3.- LA TIRAN A LA CALLE O BALDÍO?	3
6.8.4.- LA TIRAN EN LA BARRANCA O GRIETA?	4
6.8.5.- LA TIRAN EN RÍO,LAGO O MAR?	5
6.8.6.- LA QUEMAN O ENTIERRAN?	6
6.8.7.- OTROS _____	

6.9.- CUANTOS DÍAS A LA SEMANA PASA EL CAMIÓN O CARRITO A RECOGER LA BASURA?

6.9.1.- DIARIO	7
6.9.2.- CADA TERCER DÍA	3
6.9.3.- DOS VECES POR SEMANA	2
6.9.4.- UNA VEZ POR SEMANA	1
6.9.5.- NUNCA PASA	0
6.9.6.- OTROS _____	

CAPÍTULO XII. ANEXO.

“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

6.10.- EN LOS ÚLTIMOS MESES HA TENIDO CORTES DE AGUA POTABLE?							
6.10.1.- MUY SEGUIDO				1			
6.10.2.- REGULARMENTE				2			
6.10.3.- OCASIONALMENTE				3			
6.10.4.- OTROS _____							

6.11.- EN EL CUARTO DONDE COCINA. TAMBIÉN DUERMEN? Sí 1 No 2 OTROS _____	6.13.- DE QUE MATERIAL ES LA MAYOR PARTE DEL PISO DE ESTA VIVIENDA? 6.13.1.- TIERRA 1 6.13.2.- CEMENTO O FIRME 2 6.13.3.- MADERA, MOSAICO U OTROS RECUBRIMIENTOS 3 6.13.2.- OTROS _____
--	--

6.12.- ESTA VIVIENDA TIENE UN CUARTO PARA COCINAR? Sí 1 No 2 OTROS _____	
--	--

7.- PERSONAS QUE VIVEN EN EL HOGAR Y SUS AÑOS DE ANTIGÜEDAD
--

PERSONAS QUE VIVEN EN EL HOGAR				AÑOS DE ANTIGÜEDAD			
EDAD (AÑOS)	CANTIDAD	HOMBRE	MUJER	COLONIA	MONTERREY	NUEVO LEÓN	PAÍS
DE 0-4							
DE 4-12							
DE 12-20							
DE 20-40							
DE 40-60							
>60							

7.1.- TODAS LAS PERSONAS QUE VIVEN EN ESTA VIVIENDA COMPARTEN UN MISMO GASTO PARA LA COMIDA? Sí 1 No 2 OTROS _____	
7.2.- ENTONCES ,CUANTOS HOGARES O GRUPOS DE PERSONAS TIENEN GASTOS SEPARADOS PARA LA COMIDA ,CONTANDO EL DE USTED?: 7.2.1.- SOLAMENTE UNA 1 7.2.2.- DOS GRUPOS 2 7.2.3.- TRES O MÁS GRUPOS 3 7.2.4.- OTROS _____	

7.3.- TIENE DERECHO DE SERVICIO MÉDICO EN: 7.3.1.- EL SEGURO SOCIAL (IMSS)? 1 7.3.2.- EL ISSSTE? 2 7.3.3.- PEMEX,DEFENSA O MARINA? 3 7.3.4.- OTRA _____	7.4.- TIENE ESTA LIMITACIÓN POR (EN CASO QUE NO TENGA PASAR A LA SIG. PREGUNTA): 7.4.1.- PORQUE NACÍO ASÍ? 1 7.4.2.- POR UNA ENFERMEDAD? 2 7.4.3.- POR UN ACCIDENTE? 3 7.4.4.- POR EDAD AVANZADA? 4 7.4.5.- OTROS _____
--	--

7.5.- TIENEN LIMITACIÓN PARA : 7.5.1.- MOVERSE, CAMINAR O LO HACE CON AYUDA? : 1 7.5.2.- USAR SUS BRAZOS YMANOS?: 2 7.5.3.- ES SORDO(A) O USA UN APARATO PARA OÍR? : 3 7.5.4.- ES MUDO ? : 4 7.5.5.- ES CIEGO(A) O SOLO VE SOMBRAS? : 5 7.5.6.- TIENE ALGÚN RETRASO O DEFICIENCIA MENTAL? :	7.6.- CUANDO TIENE PROBLEMAS DE SALUD, EN DONDE SE ATIENDE? 7.6.1.- EN EL SEGURO SOCIAL (IMSS)? 7.6.2.- EN EL ISSSTE 7.6.3.- EN PEMEX, DEFENSA O MARINA 7.6.4.- EN EL CENTRO DE SALUD (SSA) 7.6.5.- EN EL IMSS-SOLIDARIDAD 7.6.6.- EN OTRO LUGAR _____
--	---

CAPÍTULO XII. ANEXO.

“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

PARA PERSONAS DE 5 AÑOS CUMPLIDOS O MÁS	
8.1. HACE 5 AÑOS, EN ENERO DE 2006 EN QUE ESTADO DE LA REPÚBLICA O EN PAÍS VIVÍA ?	
8.1.1.- AQUÍ EN ESTE ESTADO	1
8.1.2.- EN OTRO ESTADO	
8.1.3.- EN OTRO PAÍS	
8.2.- POR QUE DEJÓ DE VIVIR EN (ENTIDAD O PAÍS)?	
8.2.1.- FUE A BUSCAR TRABAJO	1
8.2.2.- FUE A REUNIRSE CON LA FAMILIA	2
8.2.3.- CAMBIÓ SU LUGAR DE TRABAJO	3
8.2.4.- FUE A ESTUDIAR	4
8.2.5.- SE CASO O UNIÓ	5
8.2.6.- POR MOTIVOS DE SALUD	6
8.2.7.- POR VIOLENCIA O INSEGURIDAD	7
8.2.7.- OTRO MOTIVO	
8.3.- EN QUE MUNICIPIO (DELEGACIÓN) VIVIA EN EL 2006?	
8.3.1.- AQUÍ EN ESTE MUNICIPIO O DELEGACIÓN	1
8.3.2.- EN OTRO MUNICIPIO	
8.4.- HABLA ALGÚN DIALECTO O LENGUA INDÍGENA?	
Sí	1
No	2
8.5.- QUE DIALECTO O LENGUA INDÍGENA HABLA ÉL?:	
8.6.- HABLA TAMBIÉN ESPAÑOL?	
Sí	1
No	2
8.7.- SABE LEER Y ESCRIBIR UN RECADO?	
Sí	1
No	2
8.8.- ACTUALMENTE VA A LA ESCUELA?	
Sí	1
No	2
8.9.- ÚLTIMO GRADO DE ESTUDIO DE LOS INTEGRANTES DE LA FAMILIA (SOLO CUANTOS)	
8.9.1.- NINGUNO	0
8.9.2.- PREESCOLAR O KINDER:	1
8.9.3.- PRIMARIA:	2
8.9.4.- SECUNDARIA:	3
8.9.5.- PREPARATORIA O BACHILLERATO:	4
8.9.6.- NORMAL:	5
8.9.7.- CARRERA TÉCNICA O COMERCIAL:	6
8.9.8.- PROFESIONAL:	7
8.10.- CUANTOS TRABAJAN EN LA FAMILIA ?	
8.11.1.- SOLAMENTE UNO	1
8.11.2.- DOS PERSONAS	2
8.11.3.- TRES PERSONAS	3
8.11.4.- OTROS	
8.11.- CON RESPECTO A LO ECONÓMICO, SE LE DIFICULTA LLEGAR AL FIN DE MES O QUINCENA?	
8.11.1.- MUCHO	1
8.11.2.- REGULAR	2
8.11.3.- OCASIONAL	3
8.11.4.- NINGUNO	4
8.12.- EN TIEMPO DE LLUVIAS SE METE EL AGUA A SU CASA?	
Sí	1
No	2
8.13.- DE QUE FORMA ?	
8.13.1.- GOTERAS	1
8.13.2.- POR DEBAJO DE LAS PUERTAS	2
8.13.3.- EMERGE DE LAS COLADERAS	3
8.13.4.- POR DEBAJO DE LA PUERTA DEL PATIO	4
8.13.5.- OTROS	

CAPÍTULO XII. ANEXO.

“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

8.14.- QUE ALTURA, ALCANZA EL AGUA APROXIMADAMENTE DENTRO DE LA VIVIENDA?	
8.14.1.- SE MOJA POCO	1
8.14.2.- HASTA LOS TOBILLOS	2
8.14.3.- HASTA LAS RODILLAS	3
8.14.4.- HASTA LA CINTURA	4
8.14.5.- HASTA LA CABEZA	5
8.14.6.- O MÁS	6
8.15.- QUE NIVEL APROXIMADAMENTE ALCANZA EN LA CALLE?	
8.15.1.- SE MOJA POCO	1
8.15.2.- HASTA LOS TOBILLOS	2
8.15.3.- HASTA LAS RODILLAS	3
8.15.4.- HASTA LA CINTURA	4
8.15.5.- HASTA LA CABEZA	5
8.15.6.- O MÁS	6
8.16.- SIENTE QUE LAS LLUVIAS SEVERAS LOS ECHARCAMIENTOS Y LAS INUNDACIONES PONEN EL RIESGO SU PATRIMONIO?	
8.16.1.- MUCHO	1
8.16.2.- REGULARMENTE	2
8.16.3.- OCASIONALMENTE	3
8.16.4.- NINGUNO	4
8.17.- SIENTES QUE LAS LLUVIAS SEVERAS ,LOS ENCHARCAMIENTOS Y LAS INUNDACIONES PONEN EN RIESGO A TU FAMILIA?	
8.17.1.- MUCHO	1
8.17.2.- REGULARMENTE	2
8.17.3.- OCASIONALMENTE	3
8.17.4.- NINGUNO	4
8.18.- ALGUNA VEZ LE HA TOCADO INUNDACIÓN EN SU CASA? (ANUALMENTE)	
8.18.1.- UNA OCASIÓN	1
8.18.2.- DOS OCASIONES	2
8.18.3.- TRES OCASIONES	3
8.18.4.- 5 O MÁS OCASIONES	5
8.18.5.- NINGUNA VEZ	0
8.19.- QUE ACCIONES SE LLEVARON ACABO DURANTE LA INUNDACIÓN?	
8.19.1.- SUBIR AL TECHO DE LA VIVIENDA	4
8.19.2.- RESGUARDARSE EN UN ALBERGUE	4
8.19.3.- CAMBIARSE DE DOMICILIO	4
8.19.4.- LUCHAR CONTRA EL AGUA PARA SALVAR PERTENENCIAS	4
8.19.5.- OTROS _____	
8.20.-CONSIDERAS QUE RECIBIO EL APOYO SUFICIENTE DE PARTE DEL GOBIERNO PARA PODER SEGUIR ADELANTE?	
8.20.1.- MUCHO	1
8.20.2.- REGULARMENTE	2
8.20.3.- OCASIONALMENTE	3
8.20.4.- NINGUNO	4
8.21.-QUE ACCIONES RECOMIENDAS QUE DEBEN SER PUESTAS EN MARCHA PARA REDUCIR LOS RIESGOS HACIA LAS INUNDACIONES O EVITARLAS DE FORMA DEFINITIVA?:	
8.21.1.- DEJAR DE TIRAR BASURA EN LAS CALLES	4
8.21.2.- EVITAR LAS CONSTRUCCIONES CERCANAS A RÍOS	4
8.21.3.- INCREMENTAR ALCANTARILLADO PARA EL DESAGUE DE LAS LLUVIAS	4
8.21.4.- PROPORCIONAR JUNTAS DE BARRIO PARA HACER SABER A LA GENTE QUE HACER EN ESTOS CASOS	
8.21.5.- OTROS _____	
9.-QUE TIPO DE BAÑO O ESCUSADO TIENE SU VIVIENDA?	
NO TIENE	0
CON CONEXIÓN DE AGUA	1
CON ADMISIÓN MANUAL DE AGUA	2
SIN ADMISIÓN DE AGUA	3
POZO U HOYO NEGRO	4
9.1.-EL SERVICIO DE BAÑO O ESCUSADO ES PARA USO EXCLUSIVO DE LOS HABITANTES DE ESTA VIVIENDA?	
SÍ	1
NO	2

CAPÍTULO XII. ANEXO.

“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

<p align="center">9.2.-CÓMO LLEGA EL AGUA A ESTA VIVIENDA?</p> <p>9.2.1.-AGUA ENTUBADA AL INTERIOR DE ESTA VIVIENDA 1</p> <p>9.2.2.-AGUA ENTUBADA FUERA DE LA VIVIENDA PERO DENTRO DEL TERRENO 2</p> <p>9.2.3.-AGUA ENTUBADA DE LA LLAVE PÚBLICA O HIDRANTE 3</p> <p>9.2.4.-AGUA CON MANGUERA DE UN RÍO, ARROYO TANQUE U OTRO 4</p> <p>9.2.5.-AGUA QUE ACARREAN DE UN RÍO, ARROYO TANQUE U OTRO 5</p> <p>9.2.6.-AGUA DE PIPA 6</p> <p>9.3.-QUÉ TIPO DE DRENAJE O DESAGÜE DE AGUAS SÚCIAS TIENE ESTA VIVIENDA?</p> <p>9.3.1.-NO TIENE DESAGÜE 1</p> <p>9.3.2.-A LA RED PÚBLICA 2</p> <p>9.3.3.-A UNA FOSA SÉPTICA 3</p> <p>9.3.4.-A UNA TUBERÍA QUE DA A UNA GRIETA O BARRANCA 4</p> <p>9.3.5.-A UNA TUBERÍA QUE DA A UN RÍO, LAGO O MAR 5</p>	
<p align="center">9.4.-HAY LUZ ELÉCTRICA EN ESTA VIVIENDA?</p> <p>9.4.1.- SIEMPRE 1</p> <p>9.4.2.- REGULARMENTE 2</p> <p>9.4.3.- OCASIONALMENTE 3</p> <p>9.4.4.- OTROS _____</p>	
<p align="center">9.5.-QUÉ TIPO DE TENENCIA TIENE ESTA VIVIENDA?</p> <p>9.5.1.-PROPIA Y TOTALMENTE PAGADA 1</p> <p>9.5.2.-PROPIA Y LA ESTÁN PAGANDO 2</p> <p>9.5.3.-PROPIA Y ESTÁ HIPOTECADA 3</p> <p>9.5.4.-RENTADA O ALQUILADA 4</p> <p>9.5.5.-PRESTADA O LA ESTÁ CUIDANDO 5</p> <p>9.5.6.-ESTÁ INTESADA O ESTÁ EN LITIGIO 6</p> <p>9.5.7.-ESTÁ EN PROCESO DE REGULARIZACIÓN 7</p>	
<p align="center">10.-REUBICACIONES (A JUICIO DEL VERIFICADOR Y/O SUPERVISOR)</p>	
<p align="center">10.1.-ESTA VIVIENDA SE ENCUENTRA ASENTADA EN ZONA DE RIESGO?</p> <p>10.1.1.- MUY RIESGOSO 3</p> <p>10.1.2.- RIESGOSO 2</p> <p>10.1.3.- POCO RIESGOSO 1</p> <p>10.1.4.- SIN RIESGO _____</p> <p>10.1.5.- OTROS _____</p>	<p align="center">10.2.-PORQUÉ SE ENCUENTRA VIVIENDO EN ZONA DE RIESGO?</p> <p>10.2.1.-NO SABÍA QUE ERA ZONA DE RIESGO 1</p> <p>10.2.2.-NO TIENE OTRO LUGAR A DONDE IR 2</p> <p>10.2.3.-OTROS _____</p>
<p align="center">10.3.-LA VIVIENDA SE ENCUENTRA ASENTADA EN:</p> <p>10.3.1.-ZONA RURAL 1</p> <p>10.3.2.-ZONA URBANA 2</p> <p>10.3.3.-OTROS _____</p>	
<p align="center">11.-EFECTOS INDIRECTOS TANGIBLES</p>	
<p align="center">11.1.-DEBIDO A INUNDACIONES HA TENIDO PROBLEMAS DE AUSENTISMO LABORAL?</p> <p>11.1.1.- MUCHAS VECES 1</p> <p>11.1.2.- REGULARMENTE 2</p> <p>11.1.3.- OCASIONALMENTE 3</p> <p>11.1.4.- NINGUN PROBLEMA 4</p> <p>11.1.5.- OTROS _____</p>	<p align="center">11.2.-LAS INUNDACIONES HAN AFECTADO SU TIEMPO DE RECORRIDO AL TRABAJO?</p> <p>11.2.1.- MUCHO 1</p> <p>11.2.2.- REGULARMENTE 2</p> <p>11.2.3.- OCASIONALMENTE 3</p> <p>11.2.4.- NINGUN PROBLEMA 4</p> <p>11.2.5.- OTROS _____</p>
<p align="center">12.-EFECTOS INDIRECTOS INTANGIBLES</p>	
<p align="center">12.1.-DEBIDO A PROBLEMAS DE INUNDACIÓN HA TENIDO CONFLICTOS CON RESPECTO A LA PROPIEDAD ?</p> <p>12.4.1.- DISTRIBUCIÓN DE APOYO 1</p> <p>12.4.2.- NO LLEGA EL AGUA DE PIPA 2</p> <p>12.4.3.- NO NOS CONSIDERAN EN ALBERGUES 3</p> <p>12.4.4.- CONFLICTOS CON EL VECINO 4</p> <p>12.4.5.- OTROS _____</p>	<p align="center">12.2.-HA TENIDO PROBLEMAS DE ASPECTO LEGAL DEBIDO A INUNDACIONES?</p> <p>SI 1</p> <p>NO 2</p> <p>OTROS: _____</p>

CAPÍTULO XII. ANEXO.

“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

<p>12.3.-HA HABIDO ALGÚN TIPO DE EPIDEMIA DEBIDO A INUNDACIONES?</p> <p>12.3.1.- MUCHAS VECES 1</p> <p>12.3.2.- REGULARMENTE 2</p> <p>12.3.3.- OCASIONALMENTE 3</p> <p>12.3.4.- NINGUN PROBLEMA 4</p> <p>12.3.5.- OTROS _____</p>	<p>12.4.-SE HA SENTIDO INCÓMODO EN SU VIVIENDA A CAUSA DE INUNDACIONES?</p> <p>12.4.1.- MUCHAS VECES 1</p> <p>12.4.2.- REGULARMENTE 2</p> <p>12.4.3.- OCASIONALMENTE 3</p> <p>12.4.4.- NINGUN PROBLEMA 4</p> <p>12.4.5.- OTROS _____</p>												
<p>12.5.-HA TENIDO ALGÚN TIPO DE PELEA CON VECINOS DEBIDO A PROBLEMAS DE INUNDACIONES?</p> <p>SI 1, NO 2, OTROS: _____</p>													
<p>13.-PERSEPCIÓN DEL RIESGO</p>													
<p>13.1EFECTOS DIRECTOS TANGIBLES</p>													
<p>13.1.1.-ENFERMEDADES DEBIDO A PROBLEMAS DE INUNDACIÓN</p>													
	<p>CANTIDADES DE PERSONAS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 15%;">INFANTE</th> <th style="width: 15%;">NIÑO</th> <th style="width: 15%;">ADOLESCENTE</th> <th style="width: 15%;">ADULTO</th> <th style="width: 15%;">ADULTO MEDIANO</th> <th style="width: 15%;">ADULTO MAYOR</th> </tr> <tr> <th>0 A 4</th> <th>4 A 12</th> <th>12 A 20</th> <th>20 A 40</th> <th>40 A 60</th> <th>MÁS DE 60</th> </tr> </table>	INFANTE	NIÑO	ADOLESCENTE	ADULTO	ADULTO MEDIANO	ADULTO MAYOR	0 A 4	4 A 12	12 A 20	20 A 40	40 A 60	MÁS DE 60
INFANTE	NIÑO	ADOLESCENTE	ADULTO	ADULTO MEDIANO	ADULTO MAYOR								
0 A 4	4 A 12	12 A 20	20 A 40	40 A 60	MÁS DE 60								
A) ENFERMEDADES DE LA PIEL													
B) GASTROINTESTINALES													
C) ESTRÉS													
D) EPIDEMIAS													
E) DIARREA													
F) DENGUE													
G) ENFERMEDADES RESPIRATORIAS													
H) FIEBRE													
I) CÓLERA													
J) PALUDISMO													
K) OTROS													
L) NINGUNA													
<p>14.-EFECTOS DIRECTOS INTANGIBLES</p>													
<p>14.1.-LOS PROBLEMAS DE INUNDACIÓN HAN AFECTADO DE CIERTA FORMA LAS ACTIVIDADES COMERCIALES EN SU COLONIA?</p> <p>14.1.1.- MUCHO 1</p> <p>14.1.2.- REGULARMENTE 2</p> <p>14.1.3.- OCASIONALMENTE 3</p> <p>14.1.4.- NINGUN PROBLEMA 4</p> <p>14.1.5.- OTROS _____</p>	<p>14.2.-DEBIDO A INUNDACIONES, HA PERCIBIDO PÉRDIDAS EN LOS SIGUIENTES SECTORES?</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">14.2.1.- MUCHAS 1</td> <td style="width: 40%;">MUNICIPIO</td> </tr> <tr> <td>14.2.2.- REGULAR 2</td> <td>GOBIERNO</td> </tr> <tr> <td>14.2.3.- OCASIONALMENTE 3</td> <td>EMPRESAS</td> </tr> <tr> <td>14.2.4.- NINGUN PÉRDIDA 4</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">14.2.5.- OTROS _____</td> </tr> </table>	14.2.1.- MUCHAS 1	MUNICIPIO	14.2.2.- REGULAR 2	GOBIERNO	14.2.3.- OCASIONALMENTE 3	EMPRESAS	14.2.4.- NINGUN PÉRDIDA 4		14.2.5.- OTROS _____			
14.2.1.- MUCHAS 1	MUNICIPIO												
14.2.2.- REGULAR 2	GOBIERNO												
14.2.3.- OCASIONALMENTE 3	EMPRESAS												
14.2.4.- NINGUN PÉRDIDA 4													
14.2.5.- OTROS _____													
<p>14.3.-EN SU FAMILIA HA HABIDO MUERTES POR INUNDACIONES DEBIDO A :</p> <p>14.3.1.-NINGUNA 1</p> <p>14.3.2.-MUERTE POR SALVAR A OTRA PERSONA 2</p> <p>14.3.3.-PARO CARDIACO 3</p> <p>14.3.4.-HIPOTERMIA 4</p> <p>14.3.5.-ATAQUES CARDIACOS 5</p> <p>14.3.6.-ARRASTRE DE AGUA 6</p> <p>14.3.7.-OTROS _____</p>													
<p>14.4.-A JUICIO DEL VERIFICADOR LA VIVIENDA PRESENTA:</p> <p>(MARQUE UNA SOLA OPCIÓN)</p> <p>14.4.1.-SIN DAÑOS 1</p> <p>14.4.2.-DAÑO MÍNIMO 2</p> <p>14.4.3.-DAÑO MENOR 3</p> <p>14.4.4.-DAÑO PARCIAL 4</p> <p>14.4.5.-DAÑO TOTAL 5</p>													

CAPÍTULO XII. ANEXO.

“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

14.5.- APARATOS QUE TIENEN Y SIRVEN EN SU VIVIENDA

CUANTIFICACIÓN DE APARATOS QUE TIENE Y SIRVEN EN SU VIVIENDA		
NOMBRE DEL APARATO	CANTIDAD	CANTIDAD DAÑADA
HORNO DE MICROONDAS Y/O ELÉCTRICO		
LICUADORA		
UTENSILIOS DE COCINA		
BOILER O CALENTADOR DE AGUA		
PLANCHA		
CALEFACTOR		
VENTILADOR		
TELÉFONO FIJO		
TELÉFONO MÓVIL		
ESTÉREO		
T.V.		
T.V. DE PAGA		
COMPUTADORA		
COLCHÓN		
CAMAS		
ROPERO		
MÁQUINA DE COSER		
SALA		
COMEDOR		

15.- FICHA TÉCNICA

15.1.-DE QUE MATERIAL ES LA CIMENTACIÓN DE ESTA VIVIENDA?

15.1.1.-NO TIENE 0

15.1.2.-PIEDRA 1

15.1.3.-CONCRETO 2

15.2.-QUÉ TIPO DE REFUERZOS ESTRUCTURALES TIENE ESTA VIVIENDA?

15.2.1.-NO TIENE 0

15.2.2.-REFUERZOS HORIZONTALES, DIAGONALES VERTICALES Y/O DIAGONALES DE MADERA 1

15.2.3.-DALAS, CASTILLOS Y CERRAMIENTOS DE CONCRETO 2

15.2.4.-REFUERZOS HORIZONTALES, DIAGONALES VERTICALES Y/O DIAGONALES METÁLICOS 3

15.3.-PORQUÉ SE ENCUENTRA EN ZONA DE RIESGO ESTA VIVIENDA?

15.3.1.-POR UBICARSE EN ZONA INUNDABLE 1

15.3.2.-POR UBICARSE EN ZONA DE DERRUMBE 2

15.3.3.-OTROS _____

15.4.-INGRESA LODO A SU DOMICILIO DURANTE UNA INUNDACIÓN?

15.4.1.- MUCHO 1

15.4.2.- REGULARMENTE 2

15.4.3.- OCASIONALMENTE 3

15.4.4.- NINGUN PROBLEMA 4

15.4.5.- OTROS _____

15.5.-HA PRESENTADO EN SU DOMICILIO LODO Y PIEDRAS, QUE EVITAN EL LIBRE TRÁNSITO PEATONAL?

15.5.1.- MUCHO 1

15.5.2.- REGULARMENTE 2

15.5.3.- OCASIONALMENTE 3

15.5.4.- NINGUN PROBLEMA 4

15.5.5.- OTROS _____

CAPÍTULO XII. ANEXO.

“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

15.6.-HA PRESENTADO EN SU DOMICILIO LODO Y PIEDRAS, QUE EVITAN EL LIBRE TRÁNSITO VEHICULAR?		
15.6.1.- MUCHO	1	
15.6.2.- REGULARMENTE	2	
15.6.3.- OCASIONALMENTE	3	
15.6.4.- NINGUN PROBLEMA	4	
15.6.5.- OTROS _____		
15.7.-DURANTE LA INUNDACIÓN SE HA PRESENTADO DAÑO A LAS CALLES?		
15.7.1.- MUCHO	1	
15.7.2.- REGULARMENTE	2	
15.7.3.- OCASIONALMENTE	3	
15.7.4.- NINGUN PROBLEMA	4	
15.7.5.- OTROS _____		
16.-DAÑOS EN LA CIMENTACIÓN		
16.1.-EN EL LUGAR DONDE SE UBICA LA VIVIENDA, HAY SOCAVACIÓN PARCIAL DEL TERRENO?	16.2.-LA VIVIENDA TIENE UNA RUPTURA PARCIAL DE LA CIMENTACIÓN?	16.3.-EN DONDE SE UBICA LA VIVIENDA, HAY UNA SOCAVACIÓN TOTAL DEL TERRENO Y/O DESPLAZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN?
16.1.1.- MUY NOTABLE 1	16.2.1.- MUY NOTABLES 1	SÍ 1 NO 2
16.1.2.- NOTABLE 2	16.2.2.- DAÑOS REGULARES 2	OTROS _____
16.1.3.- POCOS NOTABLE 3	16.2.3.- POCOS DAÑOS 3	
16.1.4.- OTROS _____	16.2.4.- OTROS _____	
17.-DAÑOS EN PISOS		
17.1.-LA VIVIENDA PRESENTA DAÑOS EN PISOS, PUERTAS, PINTURA Y/O SERVICIOS?	17.3.-LA VIVIENDA PRESENTA HUNDIMIENTO DE PISOS QUE OCUPEN MÁS DE UN TERCIO DE LA SUPERFICIE CONSTRUIDA ANALIZADA?	17.4.-LA VIVIENDA PRESENTA RUPTURA O AGRIETAMIENTO DE PISOS? (GRIETAS MAYORES A 3CM DE ESPESOR O HUNDIMIENTOS HASTA UN TERCIO DE LA SUPERFICIE CONSTRUIDA ANALIZADA)
17.1.1.- MUY NOTABLE 1	17.3.1.- MUY NOTABLE 1	17.4.1.- MUY NOTABLE 1
17.1.2.- NOTABLE 2	17.3.2.- NOTABLE 2	17.4.2.- NOTABLE 2
17.1.3.- POCOS NOTABLE 3	17.3.3.- POCOS NOTABLE 3	17.4.3.- POCOS NOTABLE 3
17.1.4.- OTROS _____	17.3.4.- OTROS _____	17.4.4.- OTROS _____
17.2.-LA VIVIENDA TIENE DESPRENDIMIENTOS DE ACABADOS DE PISOS?		
17.2.1.- MUY NOTABLE 1		
17.2.2.- NOTABLE 2		
17.2.3.- POCOS NOTABLE 3		
17.2.4.- OTROS _____		
18.-DAÑOS EN CUBIERTAS Y/O TECHUMBRE		
18.1.-LA VIVIENDA PRESENTA DESPRENDIMIENTO DE ACABADOS (TIROL, PASTA, APLANADOS, OTROS) ?	18.2.-LOS MATERIALES DE LA VIVIENDA (LÁMINA, PALMA, TEJA, ENLADRILLADO, ENTRE OTROS) TIENEN FISURAS, RUPTURAS O ESTÁN DESPRENDIDOS?	18.3.-LA ESTRUCTURA DE ENTREPISOS Y/O TECHOS ESTÁ PARCIALMENTE DERRUMBADA?
18.1.1.- MUY NOTABLE 1	18.2.1.- MUY NOTABLE 1	18.3.1.- MUY NOTABLE 1
18.1.2.- NOTABLE 2	18.2.2.- NOTABLE 2	18.3.2.- NOTABLE 2
18.1.3.- POCOS NOTABLE 3	18.2.3.- POCOS NOTABLE 3	18.3.3.- POCOS NOTABLE 3
18.1.4.- OTROS _____	18.2.4.- OTROS _____	18.3.4.- OTROS _____

CAPÍTULO XII. ANEXO.

“Análisis de riesgos por inundación en centros de población, con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

<p>18.4.-LA ESTRUCTURA DE ENTREPISOS Y/O TECHOS (ENLADRILLADOS, BÓVEDAS, CONCRETO) PRESENTA FRACTURAS O FLEXIÓN?</p> <p>18.4.1.- MUY NOTABLE 1</p> <p>18.4.2.- NOTABLE 2</p> <p>18.4.3.- POCOS NOTABLE 3</p> <p>18.4.4.- OTROS _____</p>	<p>18.5.-LA ESTRUCTURA DE ENTREPISOS Y/O TECHOS PRESENTA UNA FRACTURA MAYOR O TOTALMENTE DERUMBADA?</p> <p>18.5.1.- MUY NOTABLE 1</p> <p>18.5.2.- NOTABLE 2</p> <p>18.5.3.- POCOS NOTABLE 3</p> <p>18.5.4.- OTROS _____</p>
<p>19.-DAÑOS QUE PRESENTA LA VIVIENDA DESPUÉS DEL DESASTRE</p>	
<p>19.1.-LA VIVIENDA ACTUALMENTE ESTÁ INUNDADA, AZOLVADA O ENLODADA POR CAUSA DE LA INUNDACIÓN?</p> <p>19.1.1.- SIEMPRE 1</p> <p>19.1.2.- REGULARMENTE 2</p> <p>19.1.3.- OCASIONALMENTE 3</p> <p>19.1.4.- OTROS _____</p>	<p>19.2.-LA VIVIENDA PRESENTA DAÑOS EN CIMENTACIÓN, PISOS, MUROS O TECHOS?</p> <p>19.2.1.- MUY NOTABLES 1</p> <p>19.2.2.- DAÑOS REGULARES 2</p> <p>19.2.3.- POCOS DAÑOS 3</p> <p>19.2.4.- OTROS _____</p>
<p>20.-DAÑOS EN MUROS Y ESTRUCTURAS (POSTES TRAVESAÑOS, DALAS, CASTILLOS, CERRAMIENTOS, COLUMNAS TRAVES, ETC.)</p>	
<p>20.1.-LOS MUROS Y/O ESTRUCTURAS PRESENTAN FISURAS PEQUEÑAS O DESPRENDIMIENTOS DE ACABADOS Y/O DAÑOS MENORES EN LOS SERVICIOS DENTRO DE LA VIVIENDA?</p> <p>20.1.1.- MUY NOTABLES 1</p> <p>20.1.2.- DAÑOS REGULARES 2</p> <p>20.1.3.- POCOS DAÑOS 3</p> <p>20.1.4.- OTROS _____</p>	<p>20.2.-LOS REFUERZOS ESTRUCTURALES (POSTES, TRAVESAÑOS, DALAS, CASTILLOS, CERRAMIENTOS, COLUMNAS, TRABES, ETC) PRESENTAN AGRIETAMIENTOS O FRACTURAS?</p> <p>20.2.1.- MUY NOTABLES 1</p> <p>20.2.2.- DAÑOS REGULARES 2</p> <p>20.2.3.- POCOS DAÑOS 3</p> <p>20.2.4.- OTROS _____</p>
<p>20.3.-LOS MUROS PRESENTAN FISURAS HORIZONTALES Y/O VERTICALES?</p> <p>20.3.1.- MUY NOTABLES 1</p> <p>20.3.2.- DAÑOS REGULARES 2</p> <p>20.3.3.- POCOS DAÑOS 3</p> <p>20.3.4.- OTROS _____</p>	<p>20.4.-LOS MUROS PRESENTAN GRANDES GRIETAS DIAGONALES O ESQUINAS MAYORES A 3CM DE ESPESOR?</p> <p>20.4.1.- MUY NOTABLES 1</p> <p>20.4.2.- DAÑOS REGULARES 2</p> <p>20.4.3.- POCOS DAÑOS 3</p> <p>20.4.4.- OTROS _____</p>
<p>20.5.-LOS MUROS DE LA VIVIENDA ESTÁN PARCIALMENTE DERRUMBADOS O DESPLOMADOS? (HASTA DOS EJES)</p> <p>20.5.1.- MUY NOTABLES 1</p> <p>20.5.2.- DAÑOS REGULARES 2</p> <p>20.5.3.- POCOS DAÑOS 3</p> <p>20.5.4.- OTROS _____</p>	<p>20.6.-LOS MUROS DE LA VIVIENDA ESTÁN TOTALMENTE DERRUMBADOS? (TRES EJES O MÁS)</p> <p>20.6.1.- MUY NOTABLES 1</p> <p>20.6.2.- DAÑOS REGULARES 2</p> <p>20.6.3.- POCOS DAÑOS 3</p> <p>20.6.4.- OTROS _____</p>

CAPÍTULO XII. ANEXO.

“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

12.2. Anexo 2

Daños por inundación, máximo score.

AGEBS	DIRECTOS		INDIRECTO				INDIRECTOS TOTALES		DAÑOS TOTALES	SCORE TOTAL
			TANGIBLE		INTANGIBLE		DAÑOS	SCORE		
	DAÑOS	SCORE	DAÑOS	SCORE	DAÑOS	SCORE				
004-8	42	72.41	34	54.84	5	29.41	39	51.32	81	60.90
005-2	37	63.79	33	53.23	4	23.53	37	48.68	74	55.64
006-6	22	37.93	26	41.94	3	17.65	29	38.16	51	38.35
007-0	27	46.55	27	43.55	3	17.65	30	39.47	57	42.86
007-6	57	98.28	52	83.87	17	100.00	69	90.79	126	94.74
008-5	25	43.10	23	37.10	2	11.76	25	32.89	50	37.59
009-A	19	32.76	22	35.48	2	11.76	24	31.58	43	32.33
010-8	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
011-8	33	56.90	32	51.61	6	35.29	38	50.00	71	53.38
012-2	38	65.52	32	51.61	6	35.29	38	50.00	76	57.14
012-7	41	70.69	32	51.61	6	35.29	38	50.00	79	59.40
013-1	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
013-7	39	67.24	30	48.39	7	41.18	37	48.68	76	57.14
014-1	41	70.69	39	62.90	5	29.41	44	57.89	85	63.91
014-6	22	37.93	20	32.26	2	11.76	22	28.95	44	33.08
017-4	17	29.31	18	29.03	2	11.76	20	26.32	37	27.82
017-A	28	48.28	48	77.42	9	52.94	57	75.00	85	63.91
018-4	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
018-A	50	86.21	38	61.29	5	29.41	43	56.58	93	69.92
019-4	26	44.83	28	45.16	5	29.41	33	43.42	59	44.36
020-1	38	65.52	34	54.84	3	17.65	37	48.68	75	56.39
020-7	33	56.90	27	43.55	5	29.41	32	42.11	65	48.87
022-0	25	43.10	25	40.32	3	17.65	28	36.84	53	39.85
022-6	33	56.90	26	41.94	3	17.65	29	38.16	62	46.62
023-5	25	43.10	28	45.16	4	23.53	32	42.11	57	42.86
024-5	27	46.55	26	41.94	3	17.65	29	38.16	56	42.11
025-A	19	32.76	19	30.65	2	11.76	21	27.63	40	30.08
026-4	20	34.48	26	41.94	2	11.76	28	36.84	48	36.09
029-8	20	34.48	29	46.77	4	23.53	33	43.42	53	39.85
031-5	34	58.62	43	69.35	4	23.53	47	61.84	81	60.90
031-A	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
032-4	27	46.55	32	51.61	3	17.65	35	46.05	62	46.62
032-A	43	74.14	54	87.10	4	23.53	58	76.32	101	75.94
033-4	21	36.21	24	38.71	2	11.76	26	34.21	47	35.34
033-9	23	39.66	19	30.65	3	17.65	22	28.95	45	33.83
034-9	26	44.83	26	41.94	2	11.76	28	36.84	54	40.60
039-1	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
040-3	27	46.55	32	51.61	6	35.29	38	50.00	65	48.87
040-4	20	34.48	24	38.71	3	17.65	27	35.53	47	35.34
042-3	58	100.00	56	90.32	9	52.94	65	85.53	123	92.48
045-7	19	32.76	23	37.10	3	17.65	26	34.21	45	33.83
046-6	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
047-6	47	81.03	43	69.35	12	70.59	55	72.37	102	76.69
048-5	21	36.21	18	29.03	2	11.76	20	26.32	41	30.83
050-8	20	34.48	20	32.26	2	11.76	22	28.95	42	31.58
051-1	22	37.93	22	35.48	3	17.65	25	32.89	47	35.34
051-2	17	29.31	21	33.87	2	11.76	23	30.26	40	30.08
052-7	17	29.31	20	32.26	2	11.76	22	28.95	39	29.32
053-1	57	98.28	62	100.00	14	82.35	76	100.00	133	100.00
053-6	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
054-6	39	67.24	31	50.00	4	23.53	35	46.05	74	55.64
055-0	58	100.00	47	75.81	13	76.47	60	78.95	118	88.72
056-5	46	79.31	33	53.23	6	35.29	39	51.32	85	63.91
057-A	54	93.10	44	70.97	14	82.35	58	76.32	112	84.21
059-7	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
058-A	43	74.14	37	59.68	10	58.82	47	61.84	90	67.67
059-3	17	29.31	18	29.03	2	11.76	20	26.32	37	27.82
060-1	21	36.21	19	30.65	2	11.76	21	27.63	42	31.58
063-5	50	86.21	57	91.94	17	100.00	74	97.37	124	93.23
064-A	17	29.31	19	30.65	2	11.76	21	27.63	38	28.57
065-4	43	74.14	34	54.84	9	52.94	43	56.58	86	64.66
067-2	23	39.66	23	37.10	3	17.65	26	34.21	49	36.84
069-2	23	39.66	30	48.39	3	17.65	33	43.42	56	42.11
071-A	26	44.83	28	45.16	3	17.65	31	40.79	57	42.86
072-3	37	63.79	34	54.84	7	41.18	41	53.95	78	58.65
073-9	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
082-2	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
085-6	19	32.76	16	25.81	2	11.76	18	23.68	37	27.82
086-0	17	29.31	18	29.03	2	11.76	20	26.32	37	27.82
087-5	42	72.41	53	85.48	14	82.35	67	88.16	109	81.95
090-7	17	29.31	21	33.87	2	11.76	23	30.26	40	30.08
092-0	34	58.62	34	54.84	7	41.18	41	53.95	75	56.39
092-6	22	37.93	17	27.42	3	17.65	20	26.32	42	31.58
093-0	19	32.76	27	43.55	2	11.76	29	38.16	48	36.09
093-5	27	46.55	30	48.39	2	11.76	32	42.11	59	44.36
094-0	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07

CAPÍTULO XII. ANEXO.
 “Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
 con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

094-0	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
095-A	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
099-8	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
101-7	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
105-5	31	53.45	34	54.84	3	17.65	37	48.68	68	51.13
107-4	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
108-6	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
108-9	39	67.24	25	40.32	4	23.53	29	38.16	68	51.13
109-8	17	29.31	17	27.42	3	17.65	20	26.32	37	27.82
112-5	45	77.59	39	62.90	5	29.41	44	57.89	89	66.92
113-A	18	31.03	23	37.10	2	11.76	25	32.89	43	32.33
114-4	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
120-A	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
121-4	18	31.03	23	37.10	2	11.76	25	32.89	43	32.33
123-3	27	46.55	29	46.77	4	23.53	33	43.42	60	45.11
129-0	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
130-3	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
135-0	17	29.31	17	27.42	3	17.65	20	26.32	37	27.82
136-5	17	29.31	18	29.03	2	11.76	20	26.32	37	27.82
137-A	35	60.34	39	62.90	7	41.18	46	60.53	81	60.90
138-4	17	29.31	18	29.03	2	11.76	20	26.32	37	27.82
138-A	32	55.17	37	59.68	9	52.94	46	60.53	78	58.65
139-9	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
140-1	17	29.31	18	29.03	2	11.76	20	26.32	37	27.82
140-7	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
142-6	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
143-0	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
150-0	17	29.31	18	29.03	2	11.76	20	26.32	37	27.82
151-5	22	37.93	17	27.42	2	11.76	19	25.00	41	30.83
152-A	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
153-4	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
164-2	21	36.21	20	32.26	2	11.76	22	28.95	43	32.33
165-7	17	29.31	19	30.65	2	11.76	21	27.63	38	28.57
166-1	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
173-1	39	67.24	42	67.74	14	82.35	56	73.68	95	71.43
175-0	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
194-4	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
256-1	18	31.03	19	30.65	2	11.76	21	27.63	39	29.32
257-6	44	75.86	43	69.35	2	11.76	45	59.21	89	66.92
260-8	47	81.03	35	56.45	3	17.65	38	50.00	85	63.91
261-2	23	39.66	25	40.32	2	11.76	27	35.53	50	37.59
262-7	28	48.28	28	45.16	3	17.65	31	40.79	59	44.36
267-A	33	56.90	31	50.00	4	23.53	35	46.05	68	51.13
268-4	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
330-1	19	32.76	17	27.42	2	11.76	19	25.00	38	28.57
334-3	18	31.03	22	35.48	2	11.76	24	31.58	42	31.58
337-7	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
338-1	17	29.31	18	29.03	2	11.76	20	26.32	37	27.82
339-6	34	58.62	34	54.84	4	23.53	38	50.00	72	54.14
340-9	41	70.69	27	43.55	3	17.65	30	39.47	71	53.38
341-3	20	34.48	22	35.48	2	11.76	24	31.58	44	33.08
342-8	31	53.45	23	37.10	3	17.65	26	34.21	57	42.86
343-2	26	44.83	19	30.65	3	17.65	22	28.95	48	36.09
347-0	22	37.93	17	27.42	2	11.76	19	25.00	41	30.83
348-5	19	32.76	23	37.10	2	11.76	25	32.89	44	33.08
354-0	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
355-5	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
356-A	17	29.31	23	37.10	2	11.76	25	32.89	42	31.58
357-4	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
358-9	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
381-8	49	84.48	37	59.68	11	64.71	48	63.16	97	72.93
401-7	31	53.45	27	43.55	4	23.53	31	40.79	62	46.62
402-1	38	65.52	33	53.23	3	17.65	36	47.37	74	55.64
407-4	22	37.93	29	46.77	2	11.76	31	40.79	53	39.85
411-0	40	68.97	41	66.13	5	29.41	46	60.53	86	64.66
412-5	41	70.69	28	45.16	4	23.53	32	42.11	73	54.89
413-A	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
446-4	22	37.93	23	37.10	4	23.53	27	35.53	49	36.84
447-9	47	81.03	39	62.90	8	47.06	47	61.84	94	70.68
449-8	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
451-5	17	29.31	16	25.81	2	11.76	18	23.68	35	26.32
454-9	48	82.76	50	80.65	5	29.41	55	72.37	103	77.44
455-3	48	82.76	47	75.81	6	35.29	53	69.74	101	75.94
479-9	17	29.31	17	27.42	2	11.76	19	25.00	36	27.07
508-7	30	51.72	37	59.68	2	11.76	39	51.32	69	51.88

CAPÍTULO XII. ANEXO.
“Análisis de riesgos por inundación en centros de población,
con énfasis en los efectos indirectos e intangibles”.

12.3. Anexo 3

Daños por inundación

PROPORCIÓN DE LOS DAÑOS DIRECTOS E INDIRECTOS CON RESPECTO AL TOTAL DE DAÑOS POR AGEB					
AGEB	DIRECTOS	INDIRECTO		INDIRECTOS	DAÑOS TOTALES
		TANGIBLE	INTANGIBLE		
004-8	51.85%	41.98%	6.17%	48.15%	100%
005-2	50.00%	44.59%	5.41%	50.00%	100%
006-6	43.14%	50.98%	5.88%	56.86%	100%
007-0	47.37%	47.37%	5.26%	52.63%	100%
007-6	45.24%	41.27%	13.49%	54.76%	100%
008-5	50.00%	46.00%	4.00%	50.00%	100%
009-A	44.19%	51.16%	4.65%	55.81%	100%
010-8	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
011-8	46.48%	45.07%	8.45%	53.52%	100%
012-2	50.00%	42.11%	7.89%	50.00%	100%
012-7	51.90%	40.51%	7.59%	48.10%	100%
013-1	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
013-7	51.32%	39.47%	9.21%	48.68%	100%
014-1	48.24%	45.88%	5.88%	51.76%	100%
014-6	50.00%	45.45%	4.55%	50.00%	100%
017-4	45.95%	48.65%	5.41%	54.05%	100%
017-A	32.94%	56.47%	10.59%	67.06%	100%
018-4	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
018-A	53.76%	40.86%	5.38%	46.24%	100%
019-4	44.07%	47.46%	8.47%	55.93%	100%
020-1	50.67%	45.33%	4.00%	49.33%	100%
020-7	50.77%	41.54%	7.69%	49.23%	100%
022-0	47.17%	47.17%	5.66%	52.83%	100%
022-6	53.23%	41.94%	4.84%	46.77%	100%
023-5	43.86%	49.12%	7.02%	56.14%	100%
024-5	48.21%	46.43%	5.36%	51.79%	100%
025-A	47.50%	47.50%	5.00%	52.50%	100%
026-4	41.67%	54.17%	4.17%	58.33%	100%
029-8	37.74%	54.72%	7.55%	62.26%	100%
031-5	41.98%	53.09%	4.94%	58.02%	100%
031-A	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
032-4	43.55%	51.61%	4.84%	56.45%	100%
032-A	42.57%	53.47%	3.96%	57.43%	100%
033-4	44.68%	51.06%	4.26%	55.32%	100%
033-9	51.11%	42.22%	6.67%	48.89%	100%
034-9	48.15%	48.15%	3.70%	51.85%	100%
039-1	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
040-3	41.54%	49.23%	9.23%	58.46%	100%
040-4	42.55%	51.06%	6.38%	57.45%	100%
042-3	47.15%	45.53%	7.32%	52.85%	100%
045-7	42.22%	51.11%	6.67%	57.78%	100%
046-6	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
047-6	46.08%	42.16%	11.76%	53.92%	100%
048-5	51.22%	43.90%	4.88%	48.78%	100%
050-8	47.62%	47.62%	4.76%	52.38%	100%
051-1	46.81%	46.81%	6.38%	53.19%	100%
051-2	42.50%	52.50%	5.00%	57.50%	100%
052-7	43.59%	51.28%	5.13%	56.41%	100%
053-1	42.86%	46.62%	10.53%	57.14%	100%
053-6	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
054-6	52.70%	41.89%	5.41%	47.30%	100%
055-0	49.15%	39.83%	11.02%	50.85%	100%
056-5	54.12%	38.82%	7.06%	45.88%	100%
057-A	48.21%	39.29%	12.50%	51.79%	100%
059-7	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
058-A	47.78%	41.11%	11.11%	52.22%	100%
059-3	45.95%	48.65%	5.41%	54.05%	100%
060-1	50.00%	45.24%	4.76%	50.00%	100%
063-5	40.32%	45.97%	13.71%	59.68%	100%
064-A	44.74%	50.00%	5.26%	55.26%	100%
065-4	50.00%	39.53%	10.47%	50.00%	100%
067-2	46.94%	46.94%	6.12%	53.06%	100%
069-2	41.07%	53.57%	5.36%	58.93%	100%
071-A	45.61%	49.12%	5.26%	54.39%	100%
072-3	47.44%	43.59%	8.97%	52.56%	100%
073-9	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
082-2	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
085-6	51.35%	43.24%	5.41%	48.65%	100%
086-0	45.95%	48.65%	5.41%	54.05%	100%
087-5	38.53%	48.62%	12.84%	61.47%	100%
090-7	42.50%	52.50%	5.00%	57.50%	100%
092-0	45.33%	45.33%	9.33%	54.67%	100%

090-7	42.50%	52.50%	5.00%	57.50%	100%
092-0	45.33%	45.33%	9.33%	54.67%	100%
092-6	52.38%	40.48%	7.14%	47.62%	100%
093-0	39.58%	56.25%	4.17%	60.42%	100%
093-5	45.76%	50.85%	3.39%	54.24%	100%
094-0	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
095-A	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
099-8	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
101-7	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
105-5	45.59%	50.00%	4.41%	54.41%	100%
107-4	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
108-6	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
108-9	57.35%	36.76%	5.88%	42.65%	100%
109-8	45.95%	45.95%	8.11%	54.05%	100%
112-5	50.56%	43.82%	5.62%	49.44%	100%
113-A	41.86%	53.49%	4.65%	58.14%	100%
114-4	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
120-A	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
121-4	41.86%	53.49%	4.65%	58.14%	100%
123-3	45.00%	48.33%	6.67%	55.00%	100%
129-0	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
130-3	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
135-0	45.95%	45.95%	8.11%	54.05%	100%
136-5	45.95%	48.65%	5.41%	54.05%	100%
137-A	43.21%	48.15%	8.64%	56.79%	100%
138-4	45.95%	48.65%	5.41%	54.05%	100%
138-A	41.03%	47.44%	11.54%	58.97%	100%
139-9	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
140-1	45.95%	48.65%	5.41%	54.05%	100%
140-7	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
142-6	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
143-0	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
150-0	45.95%	48.65%	5.41%	54.05%	100%
151-5	53.66%	41.46%	4.88%	46.34%	100%
152-A	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
153-4	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
164-2	48.84%	46.51%	4.65%	51.16%	100%
165-7	44.74%	50.00%	5.26%	55.26%	100%
166-1	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
173-1	41.05%	44.21%	14.74%	58.95%	100%
175-0	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
194-4	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
256-1	46.15%	48.72%	5.13%	53.85%	100%
257-6	49.44%	48.31%	2.25%	50.56%	100%
260-8	55.29%	41.18%	3.53%	44.71%	100%
261-2	46.00%	50.00%	4.00%	54.00%	100%
262-7	47.46%	47.46%	5.08%	52.54%	100%
267-A	48.53%	45.59%	5.88%	51.47%	100%
268-4	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
330-1	50.00%	44.74%	5.26%	50.00%	100%
334-3	42.86%	52.38%	4.76%	57.14%	100%
337-7	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
338-1	45.95%	48.65%	5.41%	54.05%	100%
339-6	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
340-9	57.75%	38.03%	4.23%	42.25%	100%
341-3	45.45%	50.00%	4.55%	54.55%	100%
342-8	54.39%	40.35%	5.26%	45.61%	100%
343-2	54.17%	39.58%	6.25%	45.83%	100%
347-0	53.66%	41.46%	4.88%	46.34%	100%
348-5	43.18%	52.27%	4.55%	56.82%	100%
354-0	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
355-5	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
356-A	40.48%	54.76%	4.76%	59.52%	100%
357-4	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
358-9	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
381-8	50.52%	38.14%	11.34%	49.48%	100%
401-7	50.00%	43.55%	6.45%	50.00%	100%
402-1	51.35%	44.59%	4.05%	48.65%	100%
407-4	41.51%	54.72%	3.77%	58.49%	100%
411-0	46.51%	47.67%	5.81%	53.49%	100%
412-5	56.16%	38.36%	5.48%	43.84%	100%
413-A	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
446-4	44.90%	46.94%	8.16%	55.10%	100%
447-9	50.00%	41.49%	8.51%	50.00%	100%
449-8	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
451-5	48.57%	45.71%	5.71%	51.43%	100%
454-9	46.60%	48.54%	4.85%	53.40%	100%
455-3	47.52%	46.53%	5.94%	52.48%	100%
479-9	47.22%	47.22%	5.56%	52.78%	100%
508-7	43.48%	53.62%	2.90%	56.52%	100%
PROMEDIO	47.21%	46.59%	6.20%	52.79%	100.00%